

Revista de Investigación Agraria y Ambiental

Volumen 5 Número 2 julio-diciembre de 2014
ISSN 2145-6097

Revista de Investigación Agraria y Ambiental

Volumen 5 Número 2 – julio-diciembre de 2014 – ISSN 2145-6097

Cuerpo directivo

JAIME ALBERTO LEAL AFANADOR
Rector UNAD

CONSTANZA ABADIA GARCÍA
Vicerrectora Académica y de Investigación

GLORIA HERRERA SÁNCHEZ
Vicerrectora de Medios
y Mediaciones Pedagógicas

EDGAR GUILLERMO RODRÍGUEZ DÍAZ
Vicerrector de Desarrollo Regional
y Proyección Comunitaria

MARTHA LUCIA DUQUE RAMIREZ
Vicerrector de Servicios a Aspirantes,
Estudiantes y Egresados

LUIGI HUMBERTO LOPEZ GUZMAN
Vicerrectora de Relaciones Internacionales

JULIALBA ANGEL OSORIO
Decana Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente

JULIALBA ANGEL OSORIO
Líder Nacional de Investigación UNAD

JORGE EDUARDO ATUESTA BUSTOS
Líder de Investigación Escuela de Ciencias
Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

DIRECTOR EDITOR
Reinaldo Giraldo Díaz

COEDITORA
Libia Esperanza Nieto Gómez

Comité editorial

FLÁVIO VIEIRA MEIRELLES
Médico Veterinario, Ph.D.
Universidad de São Paulo

NELSON PIRANEQUE GAMBASICA
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
Universidad del Magdalena

JUAN JOSÉ SILVA PUPO
Ingeniero Agrónomo, PhD en Ciencias
Agrícolas Universidad de Granma, Cuba

DAVID ENRIQUEZ ENRIQUEZ
Ingeniero Agrónomo, MSc
y PhD en Ciencias en Botánica
Universidad Autónoma de Zacatecas México

OSCAR EDUARDO SANCLEMENTE REYES
Ingeniero Ambiental, MSc, PhD en Agroecología
Universidad Nacional de Colombia

OSCAR EMERSON ZUÑIGA.
Ingeniero Agrónomo, Msc, Doutorando em educação,
Universidade Federal de Pernambuco UFPE Brasil.

JOSE ALEJANDRO CLEVES
Ingeniero Agrónomo, MSc en Ciencias
Agrarias Universidad Pedagógica y Tecnológica
de Colombia (UPTC)

SAMUEL ZIEM BONYE
B.A. y M.Phil. en Development Studies, Ph.D. (c)
University for Development Studies, Ghana

BATRIZ EUGENIA CID AGUAYO
Socióloga, MSc y PhD en Sociología
Universidad de Concepción, Chile

MARTHA PATRICIA ESPAÑA

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, MSc,
PhD en Ciencias Biológicas
Universidad Autónoma de Zacatecas México

ROLANDO TITO BACCA IBARRA

Ingeniero Agrónomo, MSc, PhD en Entomología
Universidad de Nariño

Comité científico**HERNÁN JAIR ANDRADE CASTAÑEDA**

Ingeniero Agrónomo, MSc, PhD
Universidad del Tolima

ALVEIRO SALAMANCA JIMÈNEZ

Ingeniero Agrónomo, PhD
University of California, Davis

ELISABETE FIGUEIREDO

Socióloga, PhD in Environmental Sciences
University of Aveiro

HUGO MARTÍNEZ HIGUERA

Ingeniero Forestal, MSc, PhD en Biología
Universidad del Tolima

PEDRO EMILIO MONDINO HINTZ

Ingeniero Agrónomo, PhD en Agronomía
Universidad de la República – Uruguay

JUAN JAIRO RUÍZ ROJAS

Ingeniero Agrónomo, MSc, PhD,
Postdoctoral Associate, Crop Molecular Genetics
Virginia Polytechnic Institute and State University,
Blacksburg, Virginia, USA

Revisor de estilo lengua inglesa**WILLIAM FRANCIS**

B.T.A. - OREGON

Revisor de estilo lengua portuguesa**SAMUEL DIOGO MEIRINHO**

Universidade de Aveiro – Portugal

Revisor de estilo lengua española**EFIGENIO HERNÁNDEZ**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Fotografía de la portada

“Cascada Agua Blanca. Florián, Santander. Colombia”.
Tomada y cedida a RIAA por Angela Inés Herrera Vargas.

Impresión

Premedia.com Ltda.

**INFORMACIÓN, CORRESPONDENCIA,
SUSCRIPCIONES Y CANJE REVISTA
DE INVESTIGACION AGRARIA Y AMBIENTAL**

Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Calle 14 Sur N. 14-23 Bogotá, Colombia
Teléfonos: (571) 3443700 ext. 1529
e-mail: riaa@unad.edu.co

La revista puede consultarse en su versión
electrónica en <http://www.unad.edu.co/riaa/>

Periodicidad: semestral

Presentación

La Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA) es un proyecto editorial de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), que surge en el año 2009 con el fin de comunicar los resultados de investigaciones originales en el área agraria y ambiental realizadas por personas, grupos o instituciones tanto nacionales como internacionales. Con el fin de mantener y afianzar la confianza entre investigadores y público interesado en las temáticas de RIAA, la revista busca su inclusión en prestigiosas bases de datos y sistemas de indexación tanto nacionales como internacionales.

Misión

La misión de RIAA es fomentar la comunicación y colaboración entre investigadores nacionales e internacionales a través de la divulgación y transferencia de conocimiento relacionado con las ciencias agrarias y del medio ambiente, con el fin de fortalecer la generación de nuevo conocimiento.

Público al que se dirige

La Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA) es una publicación oficial de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), destinada a publicar artículos resultantes de las investigaciones originales en el área agraria y ambiental y en las áreas de conocimiento afines, en temas relacionados con los avances en producción animal, agricultura y uso sostenible de los recursos naturales. Como ejemplos de áreas afines citamos, entre otras, ética, ecología, sociología, geografía, historia, derecho, educación y economía, cuando se ocupan de perspectivas del desarrollo, de estilos de agricultura, de historia agraria, de desarrollo sustentable, de bioética y ética ambiental, de educación ambiental y extensión rural, de política agraria y ambiental, de legislación ambiental, forestal y agraria o de contribuciones significativas e innovadoras con visión sistémica, interdisciplinaria y/o transdisciplinaria. La publicación circula en formato impreso y en forma electrónica con acceso libre.

Periodicidad

RIAA es una publicación semestral (enero-junio y julio-diciembre).

Editorial

Reinaldo Giraldo Díaz & Libia Esperanza Nieto Gómez

10

¿Mientras más piedras, mejor? Materiales gruesos, relieve y nutrientes en suelos de la vertiente norte de la Cordillera Central Dominicana

¿The stonier, the better? Coarse materials, relief and nutrients in soils of the northern slope of the central mountain range of the Dominican Republic.

Enquanto mais pedras melhor? Materiais grossos, relevo e nutrientes nos solos das ladeiras septentrionais da Cordillera Central da República Dominicana.

Thomas May

19

Evaluación de nuevos cultivares de soja en el municipio de Puerto Padre, Cuba

Evaluation of new soybean cultivars in the municipality of Puerto Padre, Cuba

Avaliação de novas culturas de soja no município de Puerto Padre, Cuba

Juan Miguel Ávila Concepción, Hermes Ramón Infante Miguel & Hyagna Cabello Peña

31

Crítica ecológica al concepto de Desarrollo y nuevas alternativas desde América Latina

Ecological critic to Development concept and new alternatives from Latin America

Crítica ecológica do conceito de Desenvolvimento e nova alternativas da América Latina

Ana Luíza Matos de Oliveira

41

Tecnologías usadas no Brasil para a recuperação de sementes crioulas

Technologies used in Brazil for the recovery of native seeds

Tecnologías utilizadas en Brasil para la recuperación de semillas nativas

Oscar Emerson Zúñiga Mosquera

55

Análisis de riesgos en la salud de la población rural de la pampa argentina por uso de agroquímicos en cultivo de soja

Analysis of health risks of rural population Argentinean pampas due to the use of agrochemicals in soybean cultivation

Análise de risco sobre a saúde da população rural da pampa na Argentina pelo uso de agroquímicos na cultura da soja

Ada Graciela Nogar & Brenda Ayelén Larsen

71

Biomimesis: nuevos horizontes de sostenibilidad y tendencias globales de la praxis tecno-científica en el mundo contemporáneo

Biomimicry: new sustainability horizons and global tendencies of techno-scientific praxis in the contemporary world

Biomimética: novos horizontes de sustentabilidade e as tendências globais da prática tecnocientífica no mundo contemporâneo

Carlos Hugo Sierra Hernando & Nelly Kuiru

85

Perspectiva interdisciplinaria del ordenamiento alimentario y derecho del consumidor en Argentina

Interdisciplinary perspective of food legislation and consumer's rights in Argentina

Perspectiva interdisciplinar do ordenamento alimentar e direito do Consumidor em Argentina

Juliana Zapata Galvis & Jairo Vladimir Llano Franco

99

Propuesta de campaña de bien público para fomentar la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre, Cuba.

Campaign of public good proposal in order to promote the urban agriculture in the city of Puerto Padre, Cuba

Proposta de campanha do bem publico para promover agricultura urbana pública na cidade de Puerto Padre, Cuba.

Jorge Ramona Altabas, Yusneidys Paz Ramírez & Iván Segundo Pérez Parra

115

Evaluación en pérdidas de durazno (*Prunus persica*) variedad rubidoux en la Granja Experimental Tinguavita Paipa, Boyacá, Colombia

Evaluation of peach losses (*Prunus persica*), rubidoux variety, in the experimental farm Tinguavita Paipa, Boyaca, Colombia

Avaliação em Perdas de pêssego (*Prunus persica*) variedade rubidoux na Fazenda Experimental Tinguavita Paipa, Boyacá, Colômbia

Angela Johana Lemus Cerón, Lisney Alessandra Bastidas Parrado & Gloria Acened Puentes Montañez

127

Biofertilización nitrogenada como aporte a la sustentabilidad de la agricultura colombiana

Nitrogenous biofertilization as a contribution to sustainability of the Colombian agriculture

Biofertilização nitrogenada como aporte de sustentabilidade na agricultura colombiana

Sandra Patricia Montenegro Gómez & Silvia Eugenia Barrera Berdugo

135

Características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un yogur adicionado con concentrado de carambolo (*Averroha carambola*)

Physicochemical, sensorial and rheological characteristics of a yogurt carambolo concentrated added (*Averroha carambola*)

Características físico-químicas, sensoriais e rheológicas de um iogurte com adição de concentrado de Carambolo (*Averroha carambola*)

Ricardo Adolfo Parra Huertas, Aura Riveros Niño & Jennifer Ayala García

145

Valoración de plantas curativas comercializadas en los mercados locales de los municipios de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca, Colombia

Valuation of healing plants commercialized in local markets of El Cerrito and Palmira municipalities, Valle del Cauca, Colombia

Avaliação de plantas medicinais vendidos em mercados locais nos municípios de EL Cerrito e Palmira, Valle del Cauca, Colômbia

Richard Danilo Peña Cuellar, Andrés Felipe Vergara Gómez, Miguel Macgayver Bonilla Morales & Creucí María Caetano

155

Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) en el trópico húmedo colombiano

Agronomic and harvest efficiency valuations of “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) in humid Colombian tropic

Valorações agrônômicas e do desempenho na colheita da "batata chinês" (*Colocasia esculenta* L.) no trópico úmido Colombiano

Milton Cesar Ararat Orozco, Carmen Lucia Sinisterra Garcés & Carolina Hernández Rivera

169

Evaluación de condiciones actuales del corredor ripario del río Chisacá (Bogotá, Colombia) con el fin de identificar estrategias para su restauración

Evaluation of actual conditions of the riparian corridor of Chisacá River (Bogotá, Colombia) in order to identify strategies for its restoration

Avaliação das condições atuais do corredor ripário do rio Chisacá a (Bogotá - Colômbia), a fim de identificar estratégias para a restauração

Raúl Gonzalo García Vargas

181

Cambios en el rol de la mujer en los diversos contextos de los sistemas productivos campesinos en el departamento de Boyacá, Colombia

Woman's role Changes in different contexts of productive peasant systems in Boyacá department, Colombia

As mudanças no papel das mulheres nos diversos contextos de sistemas de produção caipira em Boyacá, Colombia

Diana Milena Soler Fonseca, Jorge Armando Fonseca Carreño & Randy Alexis Jiménez Jiménez

205

Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar, Colombia

Sensorial evaluation of cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivated in the southern region of Bolivar department Bolívar, Colombia

Avaliação sensorial do cacau (*Theobroma cacao* L.) cultivado na região sul do Departamento de Bolívar, Colombia

Johana Andrea Guzmán Duque & Sonia Liliana Gómez Prada

221

Uso de rasgos funcionales de plantas como estimadores de carbono almacenado en biomasa aérea

Use of functional characteristics of plants as estimator of carbon stored in the aerial biomass

O uso de características funcionais das plantas como estimativas de carbono armazenado na biomassa aérea

Carmen Rosa Montes-Pulido

237

Fitorremediación en la recuperación de suelos: una visión general

Phyto-remediation in soils restoration: a general vision

Fitorremediação na remediação do solo: uma visão geral

Andrea Angélica Bernal Figueroa

245

Los nematodos fitopatógenos como inductores de estrés biótico en plantas

Phytopathogenic nematodes as inductors of biotic stress in plants

Nematoides fitopatógenos como inductores do estresse biótico em plantas

Donald Heberth Riascos Ortiz

259

Especies reactivas de oxígeno y la enzima Superóxido Dismutasa como defensa de las plantas al estrés hídrico

Reactive oxygen species and the enzyme Superoxide Dismutase as a plants defense to water stress

Espécies reativas de oxigênio e a enzima Superóxido Dismutase como defesa das plantas ao estresse hídrico

Sandra Yamile Pulido Pulido

269

Cómo citar los artículos publicados en el Volumen 5 Número 2 julio-diciembre 2014

277

Instrucciones para los Autores

281

Editorial

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), a través de contrato con la Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada (RENATA), ha migrado el contenido de sus publicaciones (revistas científicas, libros derivados de investigación, boletines y otros materiales universitarios) al Open Journal System (OJS), un Sistema de Administración y publicación de revistas y documentos periódicos (seriados) en Internet. El sistema permite reducir el tiempo y energías del proceso editorial y de esta forma lograr un manejo más eficiente y unificado del mismo, acelerando el acceso de los autores y la difusión de los artículos de investigación producidos por la comunidad académica.

Aunado a este esfuerzo de difusión de los artículos publicados en RIAA, que busca fomentar la comunicación y colaboración entre investigadores nacionales e internacionales a través de la divulgación y transferencia de conocimiento relacionado con las ciencias agrarias y del medio ambiente, se suma que RIAA sigue adelante en su tarea de difundir sus contenidos y posicionarse en bases de datos internacionales, por lo cual ha firmado un acuerdo de licenciamiento de contenidos con Cengage Learning, Inc. que permite a Cengage Learning, Inc. reproducir RIAA, e incorporarla en sus bases de datos, productos y servicios con cubrimiento en más de 140 países.

En el ámbito colombiano, el proyecto editorial de RIAA cumple con las exigencias y estándares del Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas de CT+I –Publindex. Desde la indexación en Publindex en el año 2013, RIAA ha trabajado en el mejoramiento de los indicadores de calidad, estabilidad y visibilidad. Actualmente RIAA está indexada en dos Bases Bibliográficas con Comité Científico de Selección, del listado de Servicios de Indexación y Resumen –SIR utilizados para los procesos de indexación y homologación de Revistas Especializadas de CTel, de julio de 2013, a saber, CAB Abstracts y Environment Index.

En el presente número se resalta la alta participación de investigadores de instituciones extranjeras, 10 artículos de un total de 20, cuentan con investigadores con nexos internacionales. Brasil, República Dominicana, Cuba, Argentina, México y España, son países que comparten características comunes con Colombia en cuanto a cultivos, suelos, climas, políticas agrarias, por lo que estos artículos aportan diferentes ópticas al conocimiento científico de los lectores colombianos, en primer lugar, y obviamente a quienes consultan la edición online desde cualquier lugar del mundo.

La variedad en los temas del presente número, permite un cubrimiento apropiado de las áreas agraria y ambiental de la Revista.

Se destacan tres artículos relacionados con el tema de actualidad biotecnología y sustentabilidad de la agricultura: específicamente en biofertilización nitrogenada, uso de la enzima superóxido dismutasa como defensa de las plantas al estrés hídrico y utilidad de los nematodos fitopatógenos como inductores de estrés biótico.

La agroecología abarca un amplio rango de principios de ecología aplicados a los sistemas agrícolas sostenibles, a los cuales se pueden vincular cinco productos investigativos presentados en este número de RIAA: desde tecnologías usadas en Brasil para la recuperación de semillas nativas, pasando por la valoración de plantas curativas de los mercados locales del valle del Cauca en Colombia, hasta nuevas alternativas desde América Latina al concepto de desarrollo, y cambios en el rol de la mujer en los diversos contextos de los sistemas productivos, para profundizar finalmente, en la temática de biomimesis como nuevo horizonte de sostenibilidad en el mundo contemporáneo.

Sobre temáticas agronómicas básicas hay tres artículos relativos al manejo poscosecha de cultivos, tales como carambolo, cacao, durazno, en los cuales se evalúan características físico-químicas, sensoriales y pérdidas de frutos.

La producción agrícola se aborda en dos trabajos investigativos útiles: primero la evaluación de nuevos cultivares de soya en Cuba, y segundo la valoración agronómica de papa china en el trópico húmedo colombiano.

Dos artículos presentan aportes importantes en el área de suelos, uno específico sobre fitoremediación y otro sobre la relación entre fertilidad y materiales pedregosos en República Dominicana, respectivamente.

Los aportes a la temática forestal se visualizan con dos interesantes artículos uno sobre la evaluación de condiciones de un corredor ripario con fines de estrategias de restauración y un segundo muestra el uso de rasgos funcionales de plantas como estimadores de carbono almacenado.

Dos estudios que involucran cercanamente a la población rural se muestran con el análisis de riesgos en la salud de la población rural por uso de agroquímicos, tema de permanente actualidad, el cual se complementa con una propuesta de campaña para fomentar la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre, Cuba

Para finalizar una perspectiva interdisciplinaria del ordenamiento alimentario y el derecho del consumidor, revisa los debates contemporáneos sobre el tema y da luces sobre los tratados y convenios internacionales relativos al derecho a la alimentación.

RIAA, con la publicación de estos artículos resultado de las investigaciones originales en el área agraria y ambiental y áreas de conocimiento afines, espera seguir contribuyendo de manera asertiva con las comunidades rurales y con las comunidades académicas y científicas en la divulgación y transferencia de conocimiento relacionado con las ciencias agrarias y del medio ambiente, con el fin de fortalecer la generación de nuevo conocimiento.

Reinaldo Giraldo Díaz

Libia Esperanza Nieto Gómez

Editorial

The Colombian university Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), through contract with the Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada (RENATA), has migrated the content of their publications (scientific journals, books derived from research, newsletters and other materials university) to the Open Journal System (OJS), a system of administration and publication of journals and periodicals documents (serial) on the Internet. This system allows to reduce the time and energies of the editorial process and in this way achieve a more efficient and unified management of it, accelerating the access of authors and the diffusion of the research articles produced by the academic community.

In addition to this diffusion effort of articles published in RIAA, looking for to promote communication and collaboration among national and international researchers through the divulgation and transference of knowledge related to agricultural science and the environment, adds RIAA to go ahead in their task of spreading its contents and positioning in international data bases by which has signed a content licensing agreement with Cengage Learning, Inc., allowing to Cengage Learning, Inc. to reproduce RIAA, and incorporate it into their databases and services with coverage in more than 140 countries.

In the Colombian context, the editorial project of RIAA fulfills the exigencies and standards of Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas de CT+I –Publindex. Since the indexing in Publindex in 2013, RIAA has worked in the improvement of the quality stability and visibility indicators. RIAA is currently indexed in two bibliographic databases with Scientific Committee of selection, of the list indexing services and summary - SIR used for in the indexation and homologation processes of specialized journals of IEEC, July 2013, namely, CAB Abstracts and Environment Index.

In the present issue highlights the high participation of researchers from foreign institutions, 10 articles of a total of 20, have researchers with international linkages. Brazil, the Dominican Republic, Cuba, Argentina, Mexico and Spain, are countries that share common characteristics with Colombia in respect of crops, soils, climates, agricultural policies, thus these articles provide different perspectives to the scientific knowledge of the Colombian readers, in first place, and obviously to those consulting the online edition from anywhere in the world.

The variety of the topics in this issue allows the proper coverage of agricultural and environmental areas of the Journal.

Three articles related to the current issue are biotechnology and sustainability of agriculture: specifically in nitrogenous biofertilization, use of the enzyme superoxide dismutase as plants defence to water stress and usefulness of phytopathogenic nematodes as biotic stress inductors.

The agroecology covers a wide range of ecology principles applied to sustainable agricultural systems, which can be linked five investigative products presented in this issue of RIAA: since technologies used in Brazil for native seeds recovery, passing by the assessment of healing plants of the local markets of the Valle del Cauca in Colombia, until new alternatives from Latin America to the concept of development, and changes in the role of women in the various contexts of productive systems, for finally go deep, in the thematic of biomimesis as a new horizon of sustainability in the contemporaneous world.

About basic agronomic subjects there are three articles related to the postharvest handling of crops, such as carambolo, cocoa, peach, in which are evaluated physical-chemical characteristics, sensory and losses of fruits.

Agricultural production is presented in two useful investigative works: first the evaluation of new soybean cultivars in Cuba, and second the agronomic evaluation of "papa china" in the Colombian humid tropic.

Two articles are important contributions in the area of soils, one specific on phytoremediation and another on the relationship between fertility and stone materials in Dominican Republic, respectively.

The contributions to the forest theme is visualized with two interesting articles one about the evaluation of conditions of a riparian corridor for purposes of restoration strategies and a second example shows the use of plant functional traits as estimators of stored carbon.

Two studies involving closely related to the rural population are shown with the risk analysis to rural population's health due to the use of agrochemicals, permanent topic today, which is complemented with a proposal of campaign to promote urban agriculture in the city of Puerto Padre, Cuba.

To close an interdisciplinary perspective of the food system and the consumer's right, this article analyses the contemporaneous debates about the topic and gives light about the international agreements and conventions related to the food right.

RIAA, with the publication of these papers result from original research in agricultural and environmental area and knowledge areas related, expected to continue contributing assertively with rural communities and the academic and scientific communities in the divulgation and transference of knowledge related to agricultural science and the environment, in order to strengthen the generation of new knowledge.

Reinaldo Giraldo Díaz

Libia Esperanza Nieto Gómez

Editorial

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), através de contratos com a Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada (RENATA) migrou o conteúdo de suas publicações (revistas, livros resultantes de pesquisas, boletins e outros materiais universitários) para Open Journal System (OJS), um sistema de gerenciamento e publicação de revistas e jornais documentos (séries) em Internet. O sistema reduz o tempo e a energia do processo editorial e, assim, alcançar uma gestão mais eficiente e unificada, acelerando o acesso dos autores e da divulgação de trabalhos de pesquisa produzidos pela comunidade acadêmica.

Além deste esforço para difundir os artigos publicados em RIAA, que visa promover a comunicação e a colaboração entre pesquisadores nacionais e internacionais através da difusão e transferência de conhecimentos relacionados às ciências agrárias e ambientais, acrescenta-se que RIAA vai à frente na sua tarefa de divulgar o seu conteúdo e posição em bases de dados internacionais, para a qual assinou um acordo de licenciamento de conteúdo com Thomson Learning, Inc. que permite Cengage Learning, Inc. reproduzir RIAA, e incorporá-la em suas bases de dados, produtos e serviços que abrange em mais de 140 países.

No contexto colombiano, o projeto editorial RIAA satisfaz os requisitos e normas do Sistema Nacional de indexação e aprovação de Revistas Especializadas de CT + I -Publindex. Desde a indexação Publindex em 2013, RIAA tem trabalhado na melhoria de indicadores de qualidade, estabilidade e visibilidade. Atualmente RIAA é indexado com duas bases de dados bibliográficas com Comitê Científico de Seleção, da lista de serviços de indexação e Resumo-SIR utilizados para os procesos de indexação e homologação de revistas especializadas aprovação do CT e I, julho de 2013, ou seja, CAB Abstracts e Environment Index.

Nesta edição há uma elevada participação de pesquisadores de instituições estrangeiras, 10 artigos de um total de 20, têm pesquisadores com laços internacionais. Brasil, República Dominicana, Cuba, Argentina, México e Espanha são os países que partilham características comuns com a Colômbia em termos de culturas, solo, clima, políticas agrícolas, de modo que esses itens trazer diferentes perspectivas para o conhecimento científico dos leitores colombianos, em primeiro lugar, e, obviamente, para consultar a edição on-line de qualquer lugar do mundo.

A variedade dos temas desta edição, permite uma cobertura adequada das áreas agrárias e ambientais da Revista.

Destacam-se três artigos relacionados com o tema de atualidade a biotecnologia e sustentabilidade da agricultura: Biofertilização especificamente nitrogênio, utilização da enzima superóxido dismutase como uma defesa das plantas ao estresse hídrico e utilidade de nematoides patogênicos indutores de estresse bióticos.

Agroecologia abrange uma ampla gama de princípios da ecologia aplicados a sistemas agrícolas sustentáveis, que podem ser ligados cinco produtos de pesquisa apresentados nesta edição do RIAA: começando por tecnologias utilizadas no Brasil para a recuperação das sementes nativas, através da valorização de plantas de mercados locais em Valle del Cauca na Colômbia, até novas alternativas da América Latina para o conceito de desenvolvimento e as mudanças no papel das mulheres nos diversos contextos de sistemas de produção, e por fim, aprofundar no assunto de biomimetismo como um novo horizonte da sustentabilidade no mundo contemporâneo.

Em temáticas agrônômicas básicas há três artigos sobre o manejo pós-colheita de culturas, como carambola, cacau, pêssegos, em que as características organolépticas do fruto perdas físico-químicas e são avaliados.

A produção agrícola é abordada em dois trabalhos de investigação úteis: primeira avaliação de novas cultivares de soja em Cuba, e segunda avaliação agrônômica de batatas chinesas no trópico úmido colombiano.

Dois artigos têm contribuições significativas na área de solo, um específico para fito remediação e outro sobre a relação entre fertilidade e materiais pedregosos na República Dominicana, respectivamente.

Contribuições para as questões florestais são exibidos com dois artigos interessantes um deles sobre a avaliação das condições de um corredor ribeirinho para efeitos de estratégias de restauração e uma segunda amostra com atributos funcionais de plantas como as estimativas de estoques de carbono.

Dois estudos envolvendo de perto a população rural são mostrados com a análise de risco sobre a saúde da população rural pelo uso de agroquímicos, tema de permanente atualidade, que é complementado por uma proposta de campanha para promover a agricultura urbana na cidade Puerto Padre, Cuba.

Para terminar uma perspectiva interdisciplinar do sistema alimentar e os direitos dos consumidores, analisa os debates contemporâneos sobre o assunto e da uma luz sobre os tratados e convenções internacionais sobre o direito à alimentação.

RIAA, com a publicação destes resultados de pesquisas originais nas áreas agrícolas e ambientais e áreas de conhecimento relacionadas, espera continuar a contribuir de forma assertiva com as comunidades rurais e as comunidades acadêmicas e científicas na difusão e transferência de conhecimentos relacionados com ciências agrárias e do ambiente, a fim de fortalecer a geração de novos conhecimentos.

Cesión de derechos

RIAA, al momento de recibir la postulación de un manuscrito por parte de su autor, ya sea a través de correo electrónico o postal, considera que puede publicarse en formatos físicos y/o electrónicos y facilitar su inclusión en bases de datos, hemerotecas y demás procesos de indexación.

Se autoriza la reproducción y citación del material de la revista, siempre y cuando se indique de manera explícita el nombre de la revista, los autores, el título del artículo, volumen, número y páginas.

Las ideas y conceptos expresados en los artículos son responsabilidad de los autores y en ningún caso reflejan las políticas institucionales de la UNAD.

Indexaciones

La Revista de Investigación Agraria y Ambiental es indexada en las siguientes bases de datos especializadas.



La Base Bibliográfica Nacional - BBN **Publindex**, que hace parte del Sistema Nacional de Indexación y Homologación, es dirigida por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias. Está constituida por la información integrada por las revistas especializadas de CT+I sobre su producción, donde se hace visible para consulta en línea la información bibliográfica recolectada de los documentos hasta el nivel de resumen.



CABI es una organización intergubernamental sin fines de lucro, que proporciona información y servicios de carácter científico en el mundo desarrollado y en desarrollo.

CAB Abstracts: es una base de datos que ayuda a documentar la literatura publicada en el mundo, en: agricultura, medio ambiente, ciencias veterinarias, ciencias vegetales, micología y parasitología, economía aplicada, ciencias de la alimentación, salud humana, nutrición y temas relacionados.

Repositorio de Texto Completo de CABI: garantiza que los artículos estén disponibles y sean fácilmente localizados por científicos y profesionales a nivel mundial.



EBSCO ofrece un repositorio de: documentos, audio libros, libros digitales y bases de datos que cubren diferentes áreas, niveles de investigación e instituciones: escuelas, bibliotecas públicas, universidades, entidades de salud, corporaciones y agencias gubernamentales.

ENVIRONMENT INDEX: Base de datos especializada; información en temáticas relacionadas con: agricultura, ciencias del mar y agua dulce, ecología de ecosistemas, geografía, energía, fuentes renovables de energía, recursos naturales, contaminación y gestión de residuos, tecnología ambiental, legislación ambiental, políticas públicas, planificación urbana e impactos sociales.

FUENTE ACADEMICA PREMIER: Esta base de datos proporciona una colección de revistas científicas de América Latina, Portugal y España; cubre todas las áreas temáticas con especial énfasis en agricultura, ciencias biológicas, economía, historia, derecho, literatura, filosofía, psicología, administración pública, religión y sociología.



ProQuest conserva amplia y variada información, tanto de archivos históricos, como de los avances científicos actuales y maneja tecnologías digitales que optimizan la búsqueda, intercambio y gestión de la información. ProQuest proporciona servicios en el ámbito académico, empresarial, gubernamental, bibliotecas escolares y públicas, así como servicios a los investigadores profesionales, que les permiten la adquisición estratégica, gestión y búsqueda de colecciones de información.

Actualmente RIAA es visible en las bases de datos: ProQuest Agricultural Science Collection, ProQuest SciTech Collection y ProQuest Natural Science Collection.



ProQuest Agricultural Science Collection: Proporciona una amplia cobertura de todos los temas de agricultura y es apoyada por la Biblioteca Agrícola Nacional de EE.UU. La interfaz aporta características avanzadas y herramientas que permiten a los investigadores más precisión en las revisiones de literatura especializada y adaptada a su área del estudio.

ProQuest SciTech Collection: Combina una serie de bases de datos especializadas en Ciencias Naturales, Tecnología e Ingeniería en una interfaz dinámica que permite acceso a texto completo mediante una búsqueda integral a través de amplios resúmenes gestionados por equipos editoriales de expertos.

ProQuest Natural Science Collection: Proporciona una vasta cobertura de literatura en el ámbito de: Agricultura, Biología, Geología, Ciencias de la Tierra y Ciencias Ambientales. Ofrece acceso a texto completo de fuentes que incluyen: publicaciones académicas, revistas profesionales, informes, libros, actas de conferencias y material de relevancia.



Latindex es un sistema de Información sobre las revistas de investigación científica, técnico-profesionales y de divulgación científica y cultural que se editan en los países de América Latina, el Caribe, España y Portugal. La idea de creación de Latindex surgió en 1995 en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y se convirtió en una red de cooperación regional a partir de 1997.



PERIÓDICA es una base de datos bibliográfica creada en 1978 en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La base de datos se actualiza diariamente y más de 10 mil registros son agregados cada año.

Ofrece alrededor de 336 mil registros bibliográficos de artículos originales, informes técnicos, estudios de caso, estadísticas y otros documentos publicados en cerca de 1 500 revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



La Plataforma Open Access de Revistas Científicas Electrónicas Españolas y Latinoamericanas **e-Revistas**, es un proyecto impulsado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) con el fin de contribuir a la difusión y visibilidad de las revistas científicas publicadas en América Latina, Caribe, España y Portugal.



Dialnet es una base de datos de acceso libre, creada por la Universidad de La Rioja (España), que difunde producción científica hispana.

¿Mientras más piedras, mejor? Materiales gruesos, relieve y nutrientes en suelos de la vertiente norte de la Cordillera Central Dominicana

¿The stonier, the better? Coarse materials, relief and nutrients in soils of the northern slope of the central mountain range of the Dominican Republic.

Enquanto mais pedras melhor? Materiais grossos, relevo e nutrimentos nos solos das ladeiras septentrionais da Cordillera Central da República Dominicana.

Thomas May

Biólogo, Doctor en Ciencias Naturales

Universidad Estatal Amazónica, Vía Napo km 2 ½,
Paso lateral, Puyo, Provincia de Pastaza, Ecuador

may_gutierreztr@yahoo.es

Resumen

En la vertiente norte de la Cordillera Central de la República Dominicana, campesinos afirman que la fertilidad natural es mayor en suelos pedregosos que en suelos sin piedras o con pocas piedras. Esto es confirmado en esta investigación en el sentido de que para los parámetros químicos pH, saturación de aluminio, concentraciones de Ca y Mg, existen correlaciones significativas con el contenido de materiales gruesos, en una muestra de 36 suelos de la zona. La mayoría de las correlaciones son más estrechas cuando se analizan solamente los suelos en interfluvios, y específicamente cuando se toman en cuenta solamente 17 suelos a altitudes por debajo de 2000 msnm. Además, existen correlaciones de los parámetros químicos mencionados y la inclinación de los terrenos, la cual, también, está correlacionada positivamente con el contenido de materiales gruesos. Existe el dilema de que los suelos con mayor fertilidad natural tienden a ser los suelos más ex-

puestos a los procesos de erosión, por la inclinación del terreno.

Palabras clave: fertilidad, materiales pedregosos, pendientes, interfluvios, conocimiento local.

Abstract

Inhabitants of rural areas on the northern slope of the Dominican Republic central mountain range affirm that natural fertility is higher on soils rich in skeleton than in soils without stones or with few stones. This local belief is confirmed by the present study, showing that for chemical parameters related to natural soil fertility such as pH, Al saturation, Mg and Ca, significant correlations exist with the content of coarse material in 36 soil samples from the above mentioned area. Most of these correlations are higher when only soils from areas outside of riparian influence are analyzed, especially when only soils

from altitudes below 2000 masl are considered. Furthermore, there are correlations between the chemical parameters mentioned and the inclination of the slopes, which are also positively correlated with the content of coarse material. The results show that soils with higher natural fertility tend to be more exposed to erosion processes, due to the higher inclination of slopes.

Key-words: natural fertility, stony materials, slopes, riparian and non-riparian environments, local knowledge

Resumo

Na opinião dos habitantes de áreas situadas nas ladeiras septentrionais da Cordillera Central da República Dominicana, a fertilidade natural é maior em solo rochoso do que no solo sem pedras ou com poucas pedras. Essa percepção é confirmado no presente estudo, no sentido de

que para os parâmetros químicos pH, saturação de alumínio, Ca e Mg, correlações significativas existem com o conteúdo do material grosso em 36 amostras de solos na área. Os coeficientes de correlação na maior parte são melhores quando apenas são analisados os dados dos solos que ficam fora do ambiente fluvial, e especificamente quando apenas 17 solos em altitudes abaixo de 2000 m são levados em conta. Além disso, existem correlações entre os parâmetros químicos mencionados e a inclinação das ladeiras, a qual também mostra correlações positivas com o teor de materiais grossos. Existe o dilema do que os solos com níveis maiores de fertilidade natural também tendem a ser mais expostos aos processos de erosão, pelo maior declive do terreno.

Palavras-chave: fertilidade, materiais grossos, declives, ambientes com ou sem influencia fluvial, conhecimentos locais

Introducción

Generalmente, los suelos profundos, sin piedras o con muy pocas piedras, ubicados en sitios llanos o con pendientes suaves, se consideran los mejores suelos para la producción agrícola. La alta capacidad de retención de agua de estos suelos, el espacio que ellos ofrecen para el sistema radicular de las plantas, las facilidades que presentan para la mecanización, y el bajo riesgo de erosión parecen ser buenas razones para esto. Estos criterios se reflejan también en las *clases agrológicas de uso de suelos (land capability classification)*, desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), donde los suelos profundos, sin piedras y en relieve llano o suave, pertenecen a las dos primeras clases de uso (I y II), mientras que los suelos poco profundos, pedregosos, situados en pendientes y por lo tanto expuestos a procesos erosivos, se consideran de calidad inferior para el uso agrícola o no aptos para la agricultura, y se encuentran en las clases IV y VI (Klingebiel & Montgomery, 1961).

Durante los trabajos de campo de un estudio de los ecosistemas del parque nacional J. A. Bermúdez, en la Cordillera Central de la República Dominicana (SEMARN/Fundación Moscoso Puello, 2007), unos guías locales repetidas veces expresaron su opinión que “mientras más piedras tienen, mejores son los suelos”. Este punto de vista está basado en su experiencia como agricultores de subsistencia en las tierras montañosas de la zona, sembrando cultivos como habichuelas, maíz, yuca y batata. En otras ocasiones, campesinos de la Cordillera Central Dominicana confirmaron al autor este punto de vista en conversaciones informales, y en una ocasión, hablando sobre sus tierras bajo uso agrícola, pedregosas en pendientes fuertes, un agricultor comentó que “esas son tierras santas para habichuelas!”.

Este modo de ver, obviamente, es contrario a los criterios expuestos arriba y a las formas convencionales de clasificación de la capacidad de uso de los suelos. Sin embargo, estudios en diferentes

regiones del mundo como Togo en África Occidental (Faust, 1987; Faust, 1991), la cordillera de los Andes en Colombia (Oberthür, Barrios, Cook, Usma & Escobar, 2004), y las tierras altas de África oriental (Barrios *et al.*, 2006), han demostrado que los conocimientos locales de los suelos, basados en las experiencias de las personas que los utilizan, suelen ser útiles para el manejo, y que los conocimientos y las clasificaciones locales en muchos casos tienen su analogía técnico-científica.

En condiciones climáticas tropicales húmedas de elevaciones bajas, los suelos de edad avanzada de desarrollo, intensamente meteorizados y lavados, desprovistos de materiales gruesos, generalmente son ácidos y pobres en determinados nutrientes por debajo de los horizontes superficiales. Estos horizontes suelen ser ricos en materia orgánica y en nutrientes, con un pH más elevado que los horizontes subyacentes, pero delgados (Fölster, 1994), mientras que en las mismas condiciones climáticas, los suelos desarrollados a partir de materiales de sedimentos fluviales recientes, con menor edad de desarrollo, por lo general son más ricos en nutrientes.

La hipótesis inicial de la presente investigación es que en la Cordillera Central Dominicana, un macizo montañoso tropical de origen volcánico del Cretáceo, con clima húmedo, pero con temperaturas sensiblemente más bajas que en las zonas tropicales calientes, existe una situación hasta cierto punto análoga: en los suelos de edad de desarrollo elevado, con pocos materiales gruesos, las concentraciones de los principales nutrientes y el pH suelen ser bajos, mientras que la saturación de aluminio generalmente es alta. Todas estas condiciones limitan la fertilidad natural en estos sitios. Por otro lado existen, también, suelos de edad de desarrollo menos avanzada, en muchos casos pedregosos, relativamente ricos en nutrientes, con valores de pH más altos y porcentajes de saturación de aluminio más bajos, y por lo tanto con una fertilidad natural mayor. Estos suelos se encuentran en sitios sometidos a procesos de erosión y acumulación, sea en ambientes

ribereños con aportes de sedimentos fluviales, sea en pendientes fuertes, expuestas a movimientos de masa y erosión por escorrentía. Estas relaciones concuerdan con las afirmaciones de los campesinos de la Cordillera Central Dominicana, de que los suelos pedregosos suelen ser de mejor calidad para cultivos agrícolas.

El estudio mencionado sobre los suelos del parque nacional J. A. Bermúdez arrojó datos de campo y laboratorio sobre las características de los suelos de esta zona en la vertiente norte de la Cordillera Central Dominicana (May, 2007). Con la presente investigación se pretende aprovechar la oportunidad de contrastar las afirmaciones de los campesinos de la zona con los datos levantados en el estudio mencionado, poniendo a prueba la hipótesis enunciada arriba.

Zona de estudio

El parque nacional J. A. Bermúdez cubre un área de 766 km², con altitudes desde 600 msnm hasta 3085 msnm. El substrato geológico consiste en la mayor parte del área de materiales volcánicos y volcano-sedimentarias del Cretáceo, y en una pequeña parte de dioritas (SEIC, 1991). El relieve es diseccionado, con pendientes mayores de 30° grados en muchos sitios. Arriba de 2000 msnm aproximadamente, la vegetación natural es un pinar dominado por *Pinus occidentalis* Sw., y por debajo de este nivel, se encuentra un mosaico de pinares y bosques de árboles de hojas anchas, con predominancia de los últimos (Hager & Zanoni, 1993; Tolentino & Peña, 1998).

No existen estaciones climatológicas dentro del área, pero extrapolando los datos de estaciones cercanas (Lora Salcedo, Czerwenka & Bolay, 1983) se pueden estimar las temperaturas medias anuales en aproximadamente 22°C en las elevaciones más bajas y en 5 - 8°C en las cumbres más altas (Hager & Zanoni, 1993). Estos autores estiman las precipitaciones medias anuales entre

1500 y 2000 mm por debajo de 1500 msnm y entre 2000 y 2500 mm en el rango de altitudes entre 1500 y 2000 msnm. Es difícil estimar las precipitaciones medias anuales por arriba de los 2000 msnm a través de una simple extrapolación, ya que en muchas montañas no existe un aumento lineal de las precipitaciones con la altitud (Richter, 1996). Algunos comentarios de habitantes de los alrededores del parque nacional J. A. Bermúdez indican que en las altitudes por arriba de los 2000 msnm las precipitaciones son menores que en las altitudes que se encuentran por debajo de este nivel. Específicamente en la vertiente norte de este macizo montañoso, observaciones indican que es bien posible que las elevaciones altas de la Cordillera Central se encuentren por arriba del nivel máximo de la nubosidad, y por lo tanto reciban menos precipitaciones que las zonas de altitudes intermedias, expuestas a los vientos alisios del este y noreste.

Según indican los diagramas climáticos (Lora Salcedo, Czerwenka & Bolay, 1983) no hay estación seca en las estaciones cercanas a la vertiente norte de la Cordillera Central, pero sí existe un mínimo de precipitaciones durante los meses de febrero y marzo. Esto en muchos años se traduce en periodos de varias semanas sin lluvias, los cuales son la época con mayor riesgo de incendios. Se encontraron índices de que hubo incendios en la zona de pinares de la Cordillera Central Dominicana aún antes del momento cuando los primeros humanos habían comenzado a poblar la isla (Horn. Orvis, Kennedy & Clark, 2000). Esto significa que el fuego, aunque seguramente su frecuencia aumentó de forma marcada como consecuencia de la presencia humana, es un factor ecológico natural en esta zona.

El parque nacional J. A. Bermúdez fue declarado en 1956. Antes de esta fecha, y de forma clandestina todavía hasta la década de los años ochenta, se estaba criando ganado en la zona, se estaba aprovechando la madera de los pinos, se estaba practicando agricultura de subsistencia, y en algunos sitios se estaba cultivando café

bajo sombra de *Inga vera* Willd. Según testimonios de personas que viven en la zona, ninguna de estas actividades, con excepción de algunos cortes de madera esporádicos, pasaba de altitudes que corresponden a la franja de 1700 – 2000 msnm aproximadamente.

Materiales y métodos

En 36 sitios ubicados dentro de los límites legales del parque nacional J. A. Bermúdez se excavaron secciones de suelo hasta profundidades de 0.5 – 1.0 m, dependiendo de la presencia de materiales duros, impenetrables con pala de corte o machete. Estos sitios están ubicados en los mismos lugares donde en el estudio arriba mencionado se realizaron los inventarios de vegetación. En principio, estos sitios se eligieron según el criterio de que no hubiera indicios de perturbaciones en tiempos recientes en la vegetación, como la presencia de especies de plantas típicas para fases tempranas de sucesión (May, 1994) o vestigios de incendios. Ya que en la franja de los pinares de alta montaña, a elevaciones mayores de 2000 msnm hubiera sido difícil encontrar sitios sin vestigios de incendios, se incluyeron dos sitios ubicados en estas altitudes, a pesar de que una carbonización parcial de la corteza de los pinos en la parte baja del tronco, hasta la altura de aproximadamente 0.8 m, indicaba que habían ocurrido incendios en el estrato inferior de la vegetación.

Del total de estos 36 sitios, 20 se encontraban en interfluvios, fuera de influencia de corrientes de agua. Doce de estos 20 sitios estaban cubiertos por bosques de árboles de hojas anchas, de composición variable, y ocho por pinares de *Pinus occidentalis* Sw.. Los 16 sitios restantes que se encontraban en ambientes con influencia ribereña, en aluviones, terrazas fluviales o cerca de pequeños arroyos, estaban cubiertos por bosques de especies de árboles de hojas anchas.

Los límites de los horizontes de suelo se determinaron visualmente. Para cada horizonte se estimó

el contenido de materiales gruesos, con diámetro mayor de 2 mm, con base en las tablas de comparación en los Munsell Soil Color Charts. Con clinómetro y brújula se tomaron los ángulos de pendiente, y con un GPS la altura sobre el nivel del mar. Se tomaron muestras de cada horizonte, las cuales fueron analizadas por el laboratorio de la Junta Agroempresarial Dominicana (JAD).

Por su importancia en los cultivos agrícolas, fueron tomados en cuenta los siguientes parámetros químicos como indicadores de la fertilidad natural: el pH, las concentraciones de Ca, K, Mg y P intercambiables, y la saturación de aluminio. El nutriente N no se tomó en cuenta, por la complejidad de su dinámica entre la atmósfera, la materia orgánica del suelo y la mineralización, en los ecosistemas de bosques, a pesar de que en muchos casos tiene una influencia importante en la productividad de los ecosistemas tropicales naturales (Vitoussek & Sanford, 1986)

Las extracciones de los elementos químicos analizados se hicieron de la siguiente forma, según los procedimientos estándar del laboratorio de la JAD: K con acetato de amonio a un pH de 7.0, Ca y Mg con acetato de amonio y solución de KCl 1 N a un pH de 7.0, P con EDTA y bicarbonato de Na a un pH de 8.0, y aluminio con solución de KCl 1N. El pH se midió en agua destilada.

Ya que el objetivo del estudio de evaluación ecológica, cuyos datos se están utilizando en el presente estudio, era una descripción de los suelos, las muestras para los análisis químicos se habían tomado por horizontes. Considerando que el enfoque de la presente investigación es la fertilidad natural de los suelos, es decir, las condiciones de crecimiento y desarrollo que ofrecen a las plantas, y que el espesor de los diferentes horizontes varía mucho de un lugar al otro, no parecía adecuado comparar los datos químicos y las estimaciones del contenido de materiales gruesos de los respectivos horizontes de los suelos de las diferentes secciones. Un suelo con un horizonte superficial rico en nutrientes pero de

pocos centímetros de profundidad, y con horizontes subyacentes pobres, puede ofrecer condiciones de crecimiento menos favorables para determinados cultivos agrícolas que un horizonte con niveles regulares de nutrientes en un horizonte superficial de más profundidad.

Por esta razón, en cada sección de suelo se tomaron en cuenta los valores de los parámetros mencionados que corresponden a una profundidad de 30 cm. A esta profundidad las condiciones químicas del suelo deben ser relevantes para los cultivos agrícolas, sin que influya mucho la materia orgánica, cuyo contenido en nutrientes y cuyo pH puede variar según su origen botánico (pinos o árboles latifoliados).

Se determinaron los valores promedios de los parámetros químicos y del contenido de materiales gruesos para los suelos de los interfluvios y para los suelos de ambientes ribereños. Evaluaciones preliminares mostraron que la distribución de los dos parámetros saturación de Al y el contenido de materiales gruesos era altamente asimétrica y no se asemejaba a una distribución normal. Además, en el caso del contenido de materiales gruesos se trata de datos obtenidos por estimaciones visuales y no por medidas exactas. Por lo tanto, para evaluar si las diferencias de los parámetros químicos y del contenido de materiales gruesos entre interfluvios y ambientes de influencia ribereña eran estadísticamente significativas, se aplicó el test U de Mann–Whitney, que es una prueba no paramétrica, aplicable a datos en escalas ordinales, y no requiere la suposición de una distribución normal de los datos.

Por la misma razón, para determinar las correlaciones entre los diferentes parámetros químicos, el contenido de materiales gruesos y el ángulo de pendiente, no fue aplicado el coeficiente de correlación de Pearson, sino se calculó el coeficiente de correlación de rangos de Spearman (R). Como límite de confiabilidad se adoptó un nivel de probabilidad de error de $p = 0.05$ en todas las pruebas estadísticas.

Resultados

Comparación entre interfluvios y sitios de influencia ribereña

Como se refleja en los valores promedios, el contenido de materiales gruesos de ambos grupos tiende a ser mayor que en los suelos ribereños, aunque las diferencias entre ambos grupos no son significativas según el test U de Mann-Whitney (Tabla 1).

Los promedios del pH y de las concentraciones de Ca, Mg y K son más bajos en los suelos ubicados en interfluvios que en los suelos de los sitios ribereños, así como el promedio de la saturación de Al es mayor en los suelos de los interfluvios, con diferencias significativas en el test U de Mann y Whitney. El promedio de la concentración de P también es más alto en los suelos de los ambientes ribereños que en los suelos de los interfluvios, pero la diferencia no es estadísticamente significativa (Tabla 2).

Tabla 1. Altitud, inclinación y materiales gruesos a 30 cm de profundidad

No. Interfluvios	altitud (msnm)	inclinación (°)	materiales gruesos (%)
1	1550	6	0
2	1360	14	0
3	2180	20	60
4	1580	35	60
5	1730	28	10
6	790	12	10
7	980	10	0
8	970	13	10
9	820	21	10
10	950	26	10
11	1290	6	10
12	1350	16	0
13	1740	4	0
14	1370	25	70
15	1520	28	10
16	1330	36	40
17	1580	6	30
18	3000	26	50
19	2200	7	10
20	920	26	10
Promedio			21

...continuación Tabla 1

No. Interfluvios	altitud (msnm)	inclinación (°)	materiales gruesos (%)
21	1300	4	50
22	1160	2	10
23	1350	8	40
24	1270	5	50
25	1440	7	10
26	1610	5	70
27	1600	7	10
28	1180	1	50
29	1110	2	0
30	1400	3	0
31	830	5	10
32	820	11	10
33	720	3	70
34	950	5	10
35	810	1	10
36	1310	10	0
Promedio			25

Tabla 2. Valores de los parámetros químicos a 30 cm de profundidad

interfluvios	pH	Al (%)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100g)	P (ppm)
1	4.1	80.1	0.40	0.11	0.04	7
2	5.1	12.5	2.89	1.96	0.03	12
3	4.9	40.5	0.95	0.49	0.03	24
4	5.6	3.9	4.90	2.40	0.09	5
5	6.0	0.0	2.10	0.68	0.05	4
6	5.1	12.3	3.52	2.61	0.04	12
7	4.4	50.0	0.33	0.18	0.02	2
8	4.2	87.5	0.16	0.14	0.03	3
9	6.0	0.0	3.42	2.07	0.29	4
10	4.6	37.6	0.76	0.22	0.05	19
11	4.2	45.0	0.92	0.17	0.02	8
12	4.4	60.9	0.95	0.11	0.02	9
13	4.5	58.4	0.60	0.25	0.21	24
14	5.5	1.0	6.90	12.9	0.27	5
15	4.6	79.9	0.40	0.14	0.05	7
16	6.4	0.0	6.91	6.59	0.03	12
17	5.8	0.0	3.50	1.53	0.06	15
18	5.2	36.1	1.18	0.90	0.04	14
19	5.1	74.8	0.15	0.09	0.02	3
20	5.0	43.9	0.79	0.27	0.04	12
promedio	5.0	36.2	2.09	1.69	0.07	10

...continuación Tabla 2

interfluvios	pH	Al (%)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100g)	P (ppm)
21	5.7	0.0	2.30	0.86	0.18	8
22	5.8	0.0	9.70	3.61	0.04	7
23	5.2	4.2	9.74	6.38	0.05	9
24	5.6	0.0	10.10	7.14	0.06	10
25	6.3	0.0	6.21	2.67	0.07	14
26	5.1	28.0	2.99	1.29	0.04	19
27	5.3	15.8	2.06	0.80	0.05	29
28	5.1	16.3	2.81	1.02	0.05	20
29	5.3	10.5	3.68	1.41	0.03	10
30	6.7	0.0	4.84	7.06	0.05	2
31	5.0	11.8	2.25	2.69	0.07	9
32	6.0	0.0	8.75	2.37	0.33	13
33	5.4	5.4	3.63	1.42	0.05	9
34	5.9	0.0	2.74	2.82	0.05	11
35	5.4	6.5	4.56	1.55	0.06	19
36	4.5	44.7	0.99	0.20	0.06	15
promedio	5.5	9.0	5.09	2.72	0.08	13
p	*	**	**	**	*	ns

p < 0.05: *, p < 0.01: **

Correlaciones entre parámetros químicos y materiales gruesos

Analizando todos los sitios, se encontraron correlaciones significativas con el contenido de materiales gruesos para las variables pH, Ca, Mg y saturación de aluminio. Para el pH, Ca y Mg, las correlaciones son positivas, y para la saturación de aluminio las correlaciones son negativas. En el caso de K y de P se encontraron correlaciones estadísticamente no significativas, con bajos valores positivos de los coeficientes de correlación R (Tabla 3).

Considerando solamente los suelos de los interfluvios, se observa el mismo patrón, con coeficientes de correlación más altos para las variables pH, Ca y Mg y un valor más bajo de R para la saturación de aluminio, indicando correlaciones más estrechas en todos los casos. Lo mismo es cierto cuando se contemplan solamente los suelos de los interfluvios ubicadas a altitudes menores de 2000 msnm y en este caso, los valores de R son mayores que en el caso anterior, alcanzando en todos los casos valores por arriba de 0.60 (Tabla 3) o por debajo de -0.6 en el caso de la saturación de aluminio.

Tabla 3. Correlaciones (R de Spearman) entre parámetros químicos y materiales gruesos

	pH	Al (%)	Ca	Mg	K	P
todos los sitios	0.31	-0.31	0.34	0.29	(0.24 ns)	(0.13 ns)
solo interfluvios	0.54	-0.45	0.44	0.45	(0.30 ns)	(-0.19 ns)
solo interfluvios >2000 m	0.62	-0.62	0.65	0.64	(0.34 ns)	(-0.06 ns)

ns: las correlaciones no son significativas estadísticamente

En ambos casos, las correlaciones con el contenido de materiales gruesos no son estadísticamente significativas para las variables K y P, con bajos valores de R. Ciertamente, mientras que en el caso de P los valores de R son bajos y negativos, en el caso de K se encuentran en 0.30 o ligeramente arriba de este valor, lo que indica cierta tendencia de correlación positiva.

Parámetros químicos y pendientes

Mientras que para el conjunto de todos los 36 sitios no hay correlación entre ninguno de los parámetros químicos y el ángulo de pendiente, para los 20 sitios

en interfluvios se encontraron correlaciones significativas positivas entre los ángulos de pendiente y el pH, las concentraciones de Ca y Mg así como con los valores de saturación de aluminio. Para los 17 sitios debajo de los 2000 msnm, se detectó una correlación significativa positiva con el ángulo de pendiente solamente para el pH, mientras que para Ca, Mg y la concentración de aluminio se encontraron tendencias, estadísticamente no significativas, con una p ligeramente fuera del límite de confianza de $p = 0.05$. Para K y P no existen correlaciones significativas con el ángulo de pendiente, si bien para Mg se visualiza una ligera tendencia que no es significativa (Tabla 4).

Tabla 4. Correlaciones (*R* de Spearman) entre parámetros químicos y ángulos de pendiente

	pH	Al (%)	Ca	Mg	K	P
interfluvios	0.53	-0.41	0.41	0.41	(0.25 ns)	(0.04 ns)
interfluvios>2000 m	0.57	(-0.38 ns)	(0.38 ns)	(0.36 ns)	(0.25 ns)	(-0.17 ns)

ns: las correlaciones no son significativas estadísticamente

Pendiente y materiales gruesos

No se detectaron correlaciones significativas entre el ángulo de pendiente y el contenido de materiales gruesos, tomando en cuenta todos los 36 sitios. Para los 20 sitios en interfluvios se detectó una correlación significativa positiva entre el ángulo de pendiente y el contenido de materiales gruesos ($R = 0.51$), así como para los 17 sitios en interfluvios de elevaciones menores de los 2000 msnm ($R = 0.53$).

Discusión

Tomando como parámetros el pH, la saturación de aluminio y las concentraciones de Ca y Mg, los valores promedios indican una mayor fertilidad natural en los suelos de ambientes ribereños y en los suelos en interfluvios con pendientes

fuertes, en contraste con los suelos en interfluvios con pendientes suaves. A pesar de que en varios casos las correlaciones no son muy estrechas, el análisis estadístico de los datos de los parámetros mencionados apoya la hipótesis inicial, que las afirmaciones de los campesinos son ciertas, y que los suelos con más piedras tienden a ser de una mayor fertilidad natural. El hecho de que las correlaciones son más estrechas cuando se limita el análisis a los tipos de sitios que se asemejan a los que anteriormente se estaban usando para agricultura – en interfluvios y por debajo de los 2000 msnm – confirma esta interpretación.

Sin embargo, para K, que es un nutriente importante, las correlaciones con el contenido de materiales gruesos son bastante débiles y estadísticamente no significativas. Para P, otro elemento importante para la nutrición de las plantas, las correlaciones con el contenido de materiales

gruesos en todos los casos son débiles, y en la gran mayoría de los casos no son significativas. Una posible interpretación sería que en la zona del estudio presente, el bajo pH, los altos valores de saturación de aluminio, y los bajos contenidos de Ca y Mg probablemente sean los mayores limitantes para la fertilidad natural de los suelos, de mayor incidencia que los niveles de los nutrientes K y P. Los parámetros antes mencionados, efectivamente son más favorables para la agricultura en los suelos más pedregosos. El rol importante de la toxicidad de aluminio de los suelos tropicales es reconocido por diferentes autores (Casierras & Aguilar, 2007; Poschenrieder, Gunsé. Corrales & Barceló, 2008).

Los resultados presentados aquí aparentemente contrastan con el concepto de una limitación de la productividad de los ecosistemas tropicales por la disponibilidad de fósforo (Vitousek, 1984). De todos modos, hay que tener en cuenta que en la zona del presente estudio, en una gran mayoría de los suelos los niveles de fósforo son bastante bajos: a los 20 cm de profundidad, solamente en 9 de los 36 suelos, o sea en 25% del total, las concentraciones de este nutriente son mayores de 15 ppm. En cambio, en 69% de los suelos, el pH se encuentra por arriba de 5.0, y en 61% de los suelos la saturación de aluminio se encuentra por debajo de 25%. Posiblemente, en muchos suelos de la zona, la fertilidad natural sí es limitada también por las bajas concentraciones de fósforo, pero esto no se refleja en correlaciones estadísticas significativas con el contenido de materiales gruesos, porque hay muy pocos suelos en la zona donde las concentraciones de este elemento son mayores.

Las correlaciones existentes para los suelos de los interfluvios entre el ángulo de pendiente y las variables químicas pH, Ca, Mg y saturación de aluminio, como también las correlaciones entre los contenidos de materiales gruesos y el ángulo de pendiente, indican que los procesos morfodinámicos – movimientos de masas y erosión por escorrentía - juegan un rol importante en los suelos de estos

sitios. Relaciones parecidas, de que los valores de los cationes básicos como Ca, Mg y K son mayores en suelos con altos contenidos de materiales gruesos, expuestos a procesos geomorfodinámicos, se han encontrado en otras zonas montañosas tropicales: En una zona de montaña del sur de Ecuador se detectaron valores más elevados de los cationes básicos en suelos desarrollados sobre deslizamientos (Schrumpp, Guggemberger, Valarezo & Zech, 2001). Hay ejemplos en zonas montañosas de África oriental, donde las condiciones para el crecimiento de plantas en áreas de deslizamientos a mediano plazo habían mejorado, debido al aporte de nutrientes provenientes de minerales alterables en los materiales que fueron movilizados (Westerberg & Christiansson, 1999). Los patrones de distribución en transectos de suelos en paisajes de origen volcánico en Hawaii (Beinroth, Uehara & Ikawa, 1974) encajan también con este concepto: los oxisoles e ultisoles, pobres en nutrientes, generalmente están ubicados en sitios geomorfológicamente estables, mientras que en las laderas se encuentran suelos menos desarrollados y más ricos en nutrientes.

Ciertamente, la afirmación de que “mientras más piedras, mejor!” no se puede llevar al extremo. Para la productividad natural de un sitio, no solamente importan las concentraciones de determinados nutrientes, el pH y la ausencia de toxicidad de aluminio. Si el suelo es altamente pedregoso, el espacio que queda para el sistema radicular es muy pequeño, y también lo es la capacidad de retención de agua. Este último aspecto, si bien es cierto que siempre tiene su relevancia para cultivos agrícolas, es menos importante en condiciones de clima húmedo, como la Cordillera Central Dominicana, que en zonas con estaciones secas intensas y prolongadas,

Conclusiones

En la Cordillera Central Dominicana, desde el punto de vista agronómico y ecológico existe un dilema que, según sugieren las referencias

bibliográficas citadas, no es ajeno a otras zonas montañosas tropicales: Los suelos con mayor fertilidad natural en sus horizontes minerales tienden a encontrarse o en sitios con influencia de dinámica fluvial, o bien en sitios con pendientes más fuertes, con mayor riesgo de erosión. Los suelos ubicados en lugares donde por la situación topográfica la estabilidad geomorfológica es mayor y el riesgo de erosión es más bajo, tienden a tener mayores edades de desarrollo y, por esta razón, menores contenidos en minerales residuales, con la consecuencia de que su contenido en bases suele ser bajo, mientras que en muchos casos se observan altos niveles de aluminio, causando problemas de fitotoxicidad.

Esto implica que los campesinos de escasos recursos en la Cordillera Central Dominicana y en zonas colindantes del país vecino de Haití posiblemente no actúan de forma tan irracional como podría parecer, cuando cultivan tierras inclinadas y pedregosas de montaña, por lo menos desde su punto de vista cortoplacista, a lo cual están empujados por la necesidad de ganarse la vida de forma precaria. Sembrar cultivos agrícolas en este tipo de terrenos, situados en pendientes y expuestos a procesos de erosión, las así llamadas "tierras santas para habichuelas", puede ser una estrategia desarrollada a raíz de experiencias interactuando con el terreno, para aprovechar los bajos niveles de saturación de aluminio en estos terrenos y las condiciones favorables del pH y de las concentraciones de Ca, Mg y K.

Claro está, de todos modos, que esta práctica no es sustentable durante tiempos prolongados. Utilizar las laderas inclinadas de forma permanente para la siembra de cultivos de ciclo corto que requieren la remoción frecuente del suelo, inevitablemente origina procesos de erosión, a menos que se apliquen medidas eficientes de conservación de suelo. Entre estas técnicas se pueden

incluir la siembra de barreras vivas en franjas utilizando especies que además de retener el suelo dan otro tipo de uso, como hierbas de corte que sirven para alimentar el ganado (Stocking, 1993), la introducción de cultivos de cobertura y abono verde (Bunch, 2004, Ayala, Krishnamurthy & Bausulto, 2009), cultivos permanentes como café y determinados frutales como aguacate o guayaba (Montiel-Aguirre *et al.*, 2008), o la siembra en callejones de determinadas especies leñosas con alta capacidad de reciclar nutrientes. En un mundo que cada día requiere más alimentos y otros productos de plantas como fibras, madera y energía, puede ser una buena estrategia aprovechar cuidadosamente la fertilidad natural de los sitios ubicados en las laderas de las montañas, en los lugares que perdieron su cobertura natural de vegetación hace tiempo.

Agradecimientos

El autor agradece a los colegas del equipo de vegetación y suelos quienes trabajaron juntos con él en el proyecto de Evaluación Ecológica Rápida del Parque Nacional J. A. Bermúdez: Teodoro Clase, Ángela Guerrero, Tomás Montilla y Brígido Peguero. Así mismo agradece a PROGRESSIO Fundación para el Mejoramiento Humano, cuyas aportaciones hicieron posible realizar los análisis de suelos.

Nota aclaratoria

Este trabajo fue realizado cuando el autor estaba afiliado como asistente técnico de la Cooperación Alemana a la Fundación para el Desarrollo Azua, San Juan y Elías Piña (FUNDASEP), c/San Juan Bautista 49, San Juan de la Maguana, República Dominicana. Se publica con la afiliación institucional actual del autor para facilitar su ubicación a los interesados en contactarle.

Literatura citada

1. Ayala, S., Krishnamurthy, L. & Basulto, J. A. (2009). Leguminosas de cobertura para mejorar y sostener la productividad de maíz en el sur de Yucatán. *Terra Latinoamericana* 27 (1): 63 – 69.
2. Barrios, E., Delve, R. J., Bekunda, M., Mowo, J. Agunda, J., Ramisch, J., Trejo, M. T. & Thomas, R. J. (2006). Indicators of soil quality: a South-South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. *Geoderma* 135: 248 – 259
3. Beinroth, F. H., Uehara, G. & Ikawa, H. (1974). Geomorphic relations of oxisols and ultisols of Kauai, Hawaii. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 38: 128 – 131.
4. Bunch, R. (2004). Adopción de abonos verdes y cultivos de cobertura. *LEISA Revista de Agroecología* 19 (4): 194 – 199.
5. Casierras, F. & Aguilar, O. (2007). Estrés por aluminio en plantas: reacciones en el suelo, síntomas en vegetales y posibilidades de corrección. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 1 (2): 246 – 257.
6. Faust, D. (1987). Traditionelle Bodennutzung in den Monts Kabyé, N-Togo. *Zeitschrift für Agrargeographie* 5 (4): 336 – 351.
7. Faust, D. (1991). Die Böden der Monts Kabyé (N-Togo). Eigenschaften, Genese und Aspekte ihre agrarischen Nutzung. *Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D: Physische Geographie*, 13. Frankfurt am Main, Alemania.
8. Fölster, H. (1994). Stability of forest ecosystems in the humid tropics. *Interciencia* 19 (6): 291 – 296.
9. Hager, J. & Zanoni, T. (1993). La vegetación natural de República Dominicana: una nueva clasificación. *Moscosa* 7: 39 – 81.
10. Horn, S., Orvis, K. H., Kennedy, L. M. & Clark, G. M. (2000). Prehistoric fires in the highlands of the Dominican Republic: Evidence in charcoal from soils and sediments. *Caribbean Journal of Science* 36 (1-2): 10 – 18.
11. Klingebiel, A. A. & Montgomery, P. H. (1961). *Land capability classification*. Washington D. C., U. S. Government Printing Office.
12. Lora R., Czerwenka, J. & Bolay, E. (1983). *Diagramas climáticos de República Dominicana*. Santo Domingo: DVS/SEA.
13. May, T. (1994). Regeneración de la vegetación arborea y arbustiva en un terreno de cultivos abandonado durante 12 años en la zona de bosques húmedos de montaña (Reserva Científica Ebano Verde, Cordillera Central, República Dominicana). *Moscosa* (Santo Domingo) 9: 117 – 144.
14. May, T. (2007). Los suelos del Parque Nacional Armando Bermúdez. En: Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARN), ed. Francisco Nuñez, *Evaluación integrada del Parque Nacional Armando Bermúdez*: 12- 22.
15. Montiel-Aguirre, G., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón, A. & Uribe-Gómez, M. (2008). Opciones agroforestales para productores de aguacate. *Terra Latinoamericana* 26 (1): 85 – 90.
16. Oberthür, T., Barrios, E., Cook, S., Usma, H. & Escobar, G. (2004). Increasing the relevance of scientific information in hillside environments through understanding of local soil management in a small watershed of the Colombian Andes. *Soil Use and Management* 20: 23 – 31.
17. Poschenrieder, C., Gunsé, B., Corrales, I. & Barceló, J. (2008). A glance into aluminium toxicity and resistance in plants. *Science of the Total Environment* 400: 356 – 368.
18. Richter, M. (1996). Klimatologische und pflanzensoziologische Vertikalgradienten in tropischen Hochgebirgen. *Erdkunde* 50: 205 – 238.
19. Schrupf, M., Guggenberger, G., Valarezo, C. & Zech, W. (2001). Tropical montane rain forest soils. Development and nutrient status along an altitudinal gradient in the South Ecuadorian Andes. *Die Erde* 132: 43 – 59.
20. SEIC/DGM/IGU (1991). *Mapa geológico de la República Dominicana*. Mapa geológico general. Santo Domingo.
21. SEMARN/Fundación Moscoseo Puello (2007). *Evaluación Ecológica Integrada del Parque Nacional Armando Bermúdez*, Ed. Francisco Nuñez. Santo Domingo, 164 pp.
22. Stocking, M. (1993). Soil and water conservation for resource poor farmers: Designing acceptable technologies for rainfed conditions in Eastern India. In: E. Baum, P. Wolff & M. A. Zebisch (eds.), *Acceptance of soil and water conservation. Strategies and technologies. Topics in applied resource management in the Tropics* (Vol. 3, pp. 291 – 305). Witzchenhausen, Germany: Deutsches Institut für Tropische und Subtropische Landwirtschaft.
23. Tolentino, L. & Peña, M. (1998). Inventario de la vegetación y uso de la tierra en la República Dominicana. *Moscosa* 10: 179 – 202.
24. Vitousek, P. M. (1984). Litterfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forests. *Ecology* 65: 285 – 298.
25. Vitousek, P. M. & Sanford, R. L. (1986). Nutrient cycling in moist tropical forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 137 – 167.
26. Westerberg, L. O. & Christiansson, C. (1999). Unstable slopes, unstable environments? *AMBIO* 28: 419 – 429.

Recibido: 18 de abril de 2014
Aceptado: 20 de mayo de 2014

Evaluación de nuevos cultivares de soya en el municipio de Puerto Padre, Cuba

Evaluation of new soybean cultivars in the municipality of Puerto Padre, Cuba

Avaliação de novas culturas de soja no município de Puerto Padre, Cuba

Juan Miguel Ávila Concepción¹, Hermes Ramón Infante Miguel² & Hyagna Cabello Peña³

¹Ingeniero Agrónomo. Magister en Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

²Licenciado en Educación, Especialista en Español y Literatura, Magister en Postgrados de la Educación Superior con Mención en Docencia Universitaria. ³Licenciada en Letras. Magister en Postgrados de la Educación Superior con Mención en Docencia Universitaria

^{1,2,3}Filial Universitaria Municipal Universidad Vladimir Ilich Lenin. Las Tunas. Puerto Padre. Ministerio de Educación Superior. Calle 8 con 59. Delicias. Puerto Padre. Las Tunas. Cuba

¹juanac@ult.edu.cu, ²hermesim@ult.edu.cu, ³hyagnacp@ult.edu.cu

Resumen

Con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo de tres nuevos cultivares de soya (Glicine max, (L) Merrill), se desarrolló una investigación en condiciones de campo en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "Otilio Díaz" en la comunidad de Yarey, municipio Puerto Padre, provincia Las Tunas, Cuba, se empleó un diseño de bloques al azar, con tres réplicas, las parcelas tuvieron un área de 12 m² en un suelo pardo sialítico mullido carbonatado. Los parámetros evaluados fueron, altura de las plantas, número de hojas, grosor del tallo, altura de la primera vaina, número de vainas por plantas, número de granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento por hectárea en t.ha⁻¹. Los resultados demostraron que es factible económicamente la explotación de estos nuevos cultivares en las condiciones edafoclimáticas, el cultivar Incasoy-24 fue el que obtuvo los mejores resultados agroproductivos; y los parámetros

número de vainas por planta y peso de 100 granos, fueron los que mostraron mayor influencia en el rendimiento agrícola.

Palabras clave: evaluación, cultivares, parcelas, rendimientos.

Abstract

With the objective of evaluate the productive performance of three new soybean cultivars (Glicine max. (L) Merrill), it was developed a research in field conditions in Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "Otilio Díaz" in the community of Yarey, municipality of Puerto Padre, Las Tunas Province, Cuba, A block design was used at random, with three replies the plots had an area of 12 m² in a brown sialitic soft carbonated soil. The evaluated parameters were plants height, number of leaves; stem thickness, first pod height, number of pods

per plant, number of grains per pod, weight of 100 grains and efficiency per hectare in $t\cdot ha^{-1}$. The results demonstrated that it is feasible economically the exploitation of these new cultivars in these particular soil and climate conditions, the cultivar of Incasoy-24 was the one which obtained the best agro-productive; and the parameters of number of pods per plant and weight of 100 grains, were the ones showing more influence in agricultural efficiency.

Key-words: evaluation, cultivars, plots, yields

Resumo

A fim de avaliar o desempenho de três novas culturas de soja (*Glycine max* (L) Merrill), um trabalho de pesquisa foi realizado em condições de campo na Cooperativa de Créditos e Serviços (CCS) "Otilio Diaz" na comunidade Yarey, no município Puerto Padre, província das Tunas, Cuba,

no período de 28 de dezembro de 2013 até 28 de março de 2014 o delineamento de blocos ao acaso foi utilizado, com três repetições, as parcelas tinham uma área $12 m^2$ em um solo marrom macio, sialítico carbonatado. Os parâmetros avaliados foram, altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule, altura da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e rendimento por hectare em $t\cdot ha^{-1}$. Os resultados mostraram que é viável explorar economicamente essas novas cultivares em solo e condições climáticas, o cultivar Incasoy-24 foi a que obteve os melhores resultados agro-produtivos e os parâmetros número de vagens por planta e o peso de 100 grãos foram os que mostraram maior influência sobre os rendimentos agrícolas.

Palavras-chave: avaliação, culturas, parcelas, rendimentos

Introducción

El cultivo de soya (*Glycine max*, (L) Merrill), ha sido utilizado por el hombre desde tiempos muy remotos, se reporta que desde muchos años antes de nuestra era, este grano era empleado por los chinos con fines medicinales, se atribuye como centro de origen de este cultivo a China, desde donde se difundió hacia el resto del mundo. En Europa y América se conoció por primera vez en el siglo XVIII. Durante el siglo XIX se publicaron algunos trabajos sobre sus cualidades y se realizaron demostraciones de las utilidades de ésta, en el continente asiático. Ya en 1940 en EE.UU. se produjo más grano de soya que en la China y otros países cultivadores de esta planta.

La soya es la principal oleaginosa a nivel mundial. Constituye una fuente de proteína barata y de gran calidad, para la alimentación humana y animal (Batista, De la Fe & Ponce, 2000). De un valor nutritivo probado y empleada para elaborar piensos, como extensor en embutidos y materia

prima para la fabricación de yogurt y aceite, la soya tiene precios que superan los mil trescientos dólares por tonelada (Morejón, 2008).

El uso de la soya en la dieta regular de la población en el trópico americano, es muy baja, sin embargo, en los últimos años, el interés por su uso para el consumo humano ha venido en ascenso, por el mejor conocimiento que la población ha adquirido sobre el alto valor nutricional y medicinal de esta leguminosa y por la introducción en varios países como ingrediente importante o principal de muchos alimentos (Batista, De La Fe & Ponce, 2000).

Además del valor biológico de la soya como fuente alimentaria su condición de leguminosa le confiere un valor agrícola adicional, relacionado con el mejoramiento de los suelos a través de la fijación biológica de nitrógeno. Según Figueredo *et al.* (2005), el nitrógeno fijado de la atmósfera se utiliza por los microorganismos para la construcción

de células de su cuerpo y se hace asequible a las plantas después que éstas mueren. Su aporte puede catalogarse de determinante si tenemos en cuenta que mediante la fijación biológica se logra cubrir de forma gratuita hasta el 50% de nitrógeno necesario para la planta.

La harina de soya se utiliza ampliamente en la preparación de alimento para animal, en los últimos años se encuentra entre los principales cultivos a escala mundial y es el grano que mayor contenido de aceite de calidad (15-25 %) y alto porcentaje de proteína (35-50%) (Savon *et al.*, 2000). Por lo que constituye una fuente de proteína barata y de gran calidad, tanto para la alimentación de ganado como la humana, pudiendo utilizarse tanto el grano como la planta.

A pesar de la gran importancia de la soya, en Las Tunas y en especial en el municipio de Puerto Padre, Cuba, no existía un interés marcado de los productores para dedicarse a este cultivo, pues los criadores de aves y cerdos obtenían los piensos por otras vías; pero a partir de que en el mercado internacional se incrementaron los precios de la soya y otros componentes de los piensos, estos se vieron en la necesidad de emplear fuentes de proteínas locales.

Según los datos registrados en la Delegación Municipal de la Agricultura del municipio Puerto Padre, Cuba, el rendimiento agrícola de la Soya en los últimos cinco años osciló entre 0.8 y 1.3 t ha⁻¹, por lo que en vista de esto se determinó la necesidad de buscar nuevos cultivares de mayor potencial productivo, por lo que se propuso como objetivo general evaluar el comportamiento de tres cultivares de soya (Incasoy-25, Incasoy-2 e Incasoy-24) para seleccionar los de mejor potencial productivo y como objetivos específicos evaluar los indicadores morfo-fisiológicos y de rendimiento de los cultivares objeto de la investigación y realizar la valoración económica a partir de los resultados productivos alcanzados.

Métodos y técnicas utilizadas

El experimento se realizó en áreas de la CCS “Otilio Díaz” en la localidad del Yarey del municipio de Puerto Padre en la provincia Las Tunas, Cuba, en condiciones de campo. El cultivo objeto de estudio fue la soya, evaluándose tres cultivares; constituyendo los mismos los tratamientos objeto de la investigación. El montaje del experimento se realizó en un diseño de bloques al azar con 3 tratamientos (cultivares) y 3 réplicas, en parcelas de 4 m de largo por 3 m de ancho con una distancia entre réplicas de 1 m.

El cultivo se desarrolló en un suelo pardo sialítico mullido carbonatado (Hernández, Pérez, Bosch & Rivero, 2001), que presenta un drenaje muy favorable para el experimento con un contenido de materia orgánica de 2.6%, pH cercano a la neutralidad 6.5. Su topografía más generalizada es la ondulada y ligeramente alomada (hasta alomada), son los suelos más extensos del país, se forman a partir de rocas ígneas intermedias, el material más frecuente son las areniscas calcáreas, las cortezas margosas y las granodioritas. Su drenaje interno es favorable, excepto aquellos que se encuentran transicionales a los vertisuelos (casi todos ubicados en zonas casi llanas) presentan alta capacidad de cambio catiónico, predominando el catión calcio, son suelos saturados, en general en las zonas onduladas son afectados por los procesos erosivos. Los factores limitantes fundamentales son la topografía accidentada, erosión y poca profundidad.

Las características químicas y texturales del mismo fueron referidas por la Dirección de Suelos de la Empresa de Cultivos Varios “Antonio Guiteras” del propio municipio. Según Hernández Pérez, Bosch & Rivero (2001), Son medianamente profundos a poco profundos, de color pardo a pardo oscuro (sobre areniscas), negro o gris oscuro (sobre material margosos), pardo rojiza (sobre calizas semiduras). Además estos se distinguen por ser de estructura granular para los

humificados, mientras que para los pardos predomina la cúbica pequeña y mediana. Casi nunca presentan concreciones (excepto en la región de Matanzas y al este de las Tunas). La textura oscila desde arcillosa loamosa hasta arcillosa mediana, lo que disminuye su porcentaje a medida que el contenido de CO³ aumenta. El pH en estos suelos es cercano a la neutralidad influenciada por el carbonato presente en los mismos. La CCB tiene amplia variación pero con valores alrededor de los 50 meq/100g en el horizonte húmico acumulativo. Predomina el calcio entre los cationes (Hernández Pérez, Bosch & Rivero, 2001).

Durante la etapa experimental se tuvo en cuenta el comportamiento de las principales variables climáticas. Los datos fueron tomados de la estación meteorológica de Puerto Padre, Cuba.

Temperatura media anual (°C)	26,5
Humedad Relativa (%)	72
Precipitación media anual (mm)	946,0

Se emplearon semillas procedentes del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), con un 98 % de germinación.

Durante el ciclo vegetativo a las plantas se les realizaron las siguientes observaciones:

1. Altura de las plantas (cm). Se realizó a los 15, 30, 45 y 60 días después de la germinación para lo cual se utilizó una cinta métrica.
2. Número de hojas. Se realizó a los 15, 30, 45 y 60 días después de la germinación.
3. Grosor del tallo (mm). Se realizó a los 15, 30, 45 y 60 días después de la germinación para lo cual se utilizó un pie de rey.
4. Altura de la primera vaina (cm). Se realizó a los 60 días después de la germinación por lo que se utilizó una cinta métrica.
5. Número de vainas por plantas. Se realizó a los 45 y 60 días después de la germinación.
6. Granos por vaina, se realizó a los 60 días después de la germinación

7. Peso de 100 granos (g). Se utilizó una balanza analítica.

8. Rendimiento por hectárea, t.ha⁻¹ Para su evaluación se tuvo en cuenta el rendimiento obtenido en cada parcela, y posteriormente se transformaron estos datos a rendimientos en toneladas por hectárea.

Fitotecnia aplicada: Según lo establecido por el instructivo técnico del cultivo. (MINAGRIC, 2008)

Preparación de suelo: Las labores de preparación de suelo se hicieron por el método tradicional, empleando una yunta de bueyes con un arado de vertedera.

Siembra: Se realizó el 28 de diciembre del 2013 de forma manual a una profundidad de 4 cm y la distancia entre surcos de 0.60 m y 0.05 m entre plantas.

Riego: En este sentido en las condiciones de humedad para los cultivares evaluados se le aplicó un riego de supervivencia en el momento de la siembra, con la técnica de riego por aspersión.

Fertilización: No se aplicó ningún fertilizante

Control de plantas no objeto del cultivo: Se realizó con azada cada 15 días.

Control de plagas y enfermedades: No se detectó la incidencia de ninguna plaga, ni enfermedad durante todo el ciclo vegetativo.

Cosecha: La cosecha se realizó de forma manual, en la fase de madurez y expuso al sol para lograr así un buen secado del grano.

Las evaluaciones fueron procesadas por un análisis de varianza. Todos los datos obtenidos producto de las mediciones fueron sometidos al análisis de varianza y las medias se compararon utilizando la prueba de Tukey para el 0.05 % de significación, mediante el paquete estadístico Instituto de Ciencia Animal (ICA, 1998).

Para realizar el análisis económico se tuvo en cuenta la escala especial agrícola para las Unidades Básicas de Producción Cooperativa, los cálculos se hicieron a partir del costo necesario para establecer una hectárea de soya en las condiciones adoptadas por la mayoría del campesinado en estas zonas. Las labores de preparación de suelo, cultivo y cosecha fueron las descritas en el trabajo.

El análisis económico efectuado se hizo en base a la producción obtenida en t.ha⁻¹, para cada uno de los cultivares, evaluándose los siguientes indicadores económicos.

VP= Rto x Vp

Donde: VP: Valor de la Producción .

Rto: Rendimiento agrícola en tha⁻¹.

Vp: Valor de una tonelada del producto.

Gn= VP - Gt

Donde: Gt: Gastos totales

C/P= VP / Gt

Donde:

C/P: Costo por peso para una ha de soya.

Resultados y discusión

Los resultados experimentales lograron cumplir con los objetivos propuestos: se evaluaron tres nuevos cultivares de soya. En la Tabla 1 se muestran los resultados de la evaluación de la altura de las plantas. Durante los primeros 45 días de germinadas las plantas el comportamiento de la misma se mantuvo muy homogéneo en los tres cultivares, ya a los 60 días despuntan alcanzando una mayor altura los cultivares Incasoy-24 e Incasoy-2, los que muestran diferencia significativa con respecto al Incasoy - 25, que alcanzó la menor altura. Lo que corrobora los estudios realizados por Ponce, De la Fe, Ortiz & Moya (2003), donde demuestra que existen diferencias significativas entre los cultivares evaluados.

En cultivares de porte alto, la altura es un requisito fundamental, que permite una mayor eficiencia en la producción y a la vez para la cosecha mecanizada y de mayor posibilidad para competir con las plantas arvenses (Mezquita, 1995). De acuerdo con Sharom (1996) la altura de la planta es uno de los parámetros más afectado por la duración del día. El cultivo de la soya es muy sensible al fotoperiodo, el cual varía con la latitud y con la época del año.

Tabla 1. *Altura de las plantas de soya.*

Tratamiento	Altura de la planta (cm)			
	15 días	30días	45días	60días
Incasoy -25	7.23	16.76	26.30	29.46 a
Incasoy -2	8.16	18.00	31.33	33.16 ab
Incasoy -24	8.60	16.86	31.73	35.13 b
CV (%)	8.89	6.35	9.30	5.68
E Stand	0.41	0.33	1.60	1.07

Tabla 2. Número de hojas de las plantas de soya.

Tratamiento	Número de hojas			
	15 días	30días	45días	60días
Incasoy -25	2.33	9.03	9.06	15.86
Incasoy -2	2.66	8.23	8.23	15.03
Incasoy -24	3.00	8.20	8.23	17.00
CV (%)	30.61	9.91	8.49	18.87
E Stand	0.47	0.48	0.41	1.74

Tabla 3. Diámetro de los tallos de las plantas de soya.

Tratamiento	Diámetro de los tallos (mm)			
	15 días	30días	45días	60días
Incasoy -25	2.93	3.66	4.90	5.66
Incasoy -2	3.20	4.00	5.03	6.16
Incasoy -24	3.00	4.00	4.76	6.26
CV (%)	4.77	4.28	2.63	5.82
E Stand	0.08	0.09	0.07	0.20

En Tabla 2 se muestran los resultados del número de hojas de las plantas, durante todo el ciclo vegetativo no existieron diferencias significativas entre los cultivares. Resultados similares muestran Alexander (2011) y Almaguer (2010), ya que en sus investigaciones tampoco se reflejan diferencias significativas entre los cultivares evaluados.

En Tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación del diámetro del tallo, durante todo el ciclo vegetativo no existieron diferencias significativas entre los cultivares. Lo que corrobora lo obtenido por Alexander (2011).

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la evaluación del número de vainas por planta, la altura de la primera vaina y el número de granos por vainas, en el número de vainas por plantas se observa como a los 45 días el cultivar Incasoy–24 presenta

valores superiores, con diferencias significativas sobre los otros cultivares, a los 60 días prevalece la superioridad de este cultivar sobre el resto de los mismos, manteniendo la diferencia significativa, a la vez el cultivar Incasoy–2 presenta diferencias significativas con el cultivar Incasoy–25, que es el que presenta menor número de vainas por plantas. Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores que informaron una asociación entre el número de vainas y el rendimiento (Díaz & León, 1985; Deulofeu, 1997; Ortiz *et al.*, 2004).

La altura de la primera vaina no mostró diferencias significativas entre los cultivares durante todo el ciclo vegetativo, al igual que el número de granos por vainas, estos resultados no coinciden con los obtenidos por (Almaguer, 2010), el que expone diferencias significativas en ambos parámetros en los cultivares evaluados.

Tabla 4. *Número de vainas por planta y granos por vaina de las plantas de soya.*

Tratamiento	Número de vainas por plantas		Altura primera vaina (cm)	Número de granos por vaina
	45 días	60 días	60 días	60 días
Incasoy -25	11.93 a	23.00 a	3.33	1.76
Incasoy -2	14.56 a	28.93 b	3.70	2.03
Incasoy -24	25.43 b	36.46 c	3.86	2.03
CV (%)	8.25	4.92	6.83	8.57
E Stand	0.82	0.83	0.14	0.09

En la Tabla 5 se muestra la evaluación de los principales componentes del rendimiento agrícola, en el momento de la cosecha a los 90 días, se observa cómo en el peso de los 100 granos los mejores resultados se obtienen en el cultivar Incasoy-24, presentando diferencias significativas con el resto de los cultivares, además el Incasoy-2 presenta diferencias significativas con el Incasoy-25 que fue el que obtuvo los menores resultados, lo que coincide con lo planteado por Díaz & Saucedo (2003), Zamora & Abdou (2007) y de forma general coincide con los

obtenidos por Farias (1995), que informa que en Cuba el peso de 100 granos de soya oscila entre 11.6 y 23.5 g.

En el peso de los granos por parcela vemos como el cultivar Incasoy-24 obtiene los resultados superiores, mostrando diferencias significativas con el resto de los cultivares, de igual manera el Incasoy-2 supera significativamente al Incasoy-25 que obtiene los menores resultados, resultados similares se evidencian cuando se evalúa el rendimiento agrícola.

Tabla 5. *Componentes del rendimiento agrícola en la cosecha de soya (evaluación a 90 días)*

Tratamiento	Peso de 100 granos (g)	Peso de los granos por parcela (g)	Rendimiento (t/ha-1)
Incasoy-25	14.80 a	3708.00 a	3.09 a
Incasoy-2	15.70 b	3751.00 b	3.12 b
Incasoy-24	17.30 c	4149.00 c	3.45 c
CV (%)	0.72	0.02	0.28
E Stand	0.06	0.66	0.05

En la Tabla 6 se realizó un análisis de regresión lineal de primer orden, de los principales componentes del rendimiento sobre éste, observamos cómo al evaluar los parámetros, altura de la planta, grosor de los tallos y número de hojas por planta, estos presentan un coeficiente de regresión bajo, es decir, muestran poca correlación con el rendimiento agrícola. Por el contrario el número de vainas por plantas evidencia un coeficiente de regresión alto, lo que indica que este parámetro presenta una correlación significativa con el rendimiento, a la vez el mayor valor del coeficiente de

regresión lo tiene el peso de 100 granos, presentando una correlación altamente significativa con el rendimiento agrícola.

En la Tabla 7 se observa la valoración económica donde apreciamos que todos los cultivares obtuvieron valores positivos en los principales indicadores económicos, ganancia neta y costo por peso, lo que indica la factibilidad de la explotación de este cultivo en las áreas de esta unidad, los mejores resultados integrales los obtuvo el cultivar Incasoy-24.

Tabla 6. Análisis de regresión lineal de primer orden sobre el rendimiento agrícola de la soya.

	Altura de las plantas (cm)	Grosor de los tallos (mm)	Número de hojas	Número de vainas por planta	Peso de 100 granos (g)
Coef. Determinación	46.32	16.82	6.70	84.01	90.87
Coef. Regresión	0.68	0.41	0.25	0.91	0.95
Media	32.58	6.03	15.96	29.46	15.93
Desv. Estándar	3.04	0.44	2.81	5.94	1.10
Significación	NS	NS	NS	**	***

Tabla 7. Valoración económica de los cultivares de soya.

INDICADORES	Incasoy-25	Incasoy-2	Incasoy-24
Rendimiento, t ha⁻¹	3.09	3.12	3.45
Gastos totales ha⁻¹	2091.00	2091.00	2091.00
Valor de la producción (1t x 7065.60 (\$))	21832.70	22044.67	24376.32
Ganancia neta (\$)	19741.70	19953.67	22285.32
Costo por peso(\$)	0.10	0.10	0.09

Conclusiones

Es factible económicamente la explotación de estos nuevos cultivares de soya en las condiciones edafoclimáticas anotadas, ya que duplican los rendimientos obtenidos anteriormente con los cultivares tradicionalmente explotados en Puerto Padre, Cuba.

Los parámetros número de vainas por planta y peso de 100 granos, fueron los que mostraron mayor influencia en el rendimiento agrícola de los cultivares de soya.

El cultivar Incasoy-24 fue el que obtuvo los mejores resultados agro-productivos, alcanzando un rendimiento agrícola de 3.45 t ha⁻¹.

Literatura Citada

- Almaguer, Alberto. (2010). Adaptabilidad de la Soya a las Condiciones Edafoclimáticas del Municipio Jobabo.
- Batista, S., De la Fe, C. & Ponce, M. (2000). La soya: Necesidad, oportunidad y realidad para Guantánamo. En INCA. Programa y resúmenes. La Habana. Cuba
- Deulofeu, B. L. (1997). Evaluación de nuevos cultivares de soya (*Glycine max* (L) Merrill) para la siembra en época de primavera. M. Ponce, tutor. Tesis de Diploma (Ingeniero Agrónomo) ISCAH.
- Díaz, C.H. & León, G. L. (1985). Correlaciones fenotípicas en soya y su importancia en la selección para rendimiento. Ciencias de la Agricultura. Academia de Ciencias de Cuba. No. 24. Ciudad de la Habana, 1985. p. 99 -103.
- Díaz, M. & Saucedo, O. (2003). Comportamiento de tres variedades de soya (*Glycine max* (L.) Merr) sobre un suelo pardo con carbonato.
- Farias. J. R. (1995). Requisitos climáticos. En: FAO (edit). El cultivo de la soya en los tropicos. Mejoramiento y producción. Roma.
- Figueredo, *et al.* (2005). Relación econômica de dos sectores agrícolas del Estado do Mato Grosso com os demais setores pertencentes ao Estado quanto ao restante do Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 43(3):557-575.
- Hernández, A. (2011). Tratamiento a Nuevos Cultivares en el Municipio de Jobabo. Tesis de Licenciatura,
- Hernández, A., Pérez, J., Bosh, N. & Rivero, L. (2001). Nueva versión de clasificación genética de lo suelos en Cuba. AGRINFOR.
- ICA. (1998). Software Estadística Soporte magnético. Sistema automatizado del Instituto de Ciencia Animal de La Provincia Habana. Cuba
- MINAGRIC (2008). Instructivo Técnico de los cultivos.
- Morejón, R. (2008). Cuba ensaya el cultivo de la soya, La Habana. Cuba.
- Ortiz, R., González, R., Ponce, M., Fernández, C., Martínez, J. I., Batista, S. & Creach, E. I. (2004). Importancia de la localidad en el comportamiento de variedades de soya durante siembras de primaveras en Cuba. *Cultivo Tropical*. 25(3):67-72.
- Ponce, M., De la Fé, C., Ortiz, R. & Moya, C. (2003). Informe de nuevas variedades IS-24 el S-27: Nuevas variedades de soya para las condiciones de Cuba. *Cultivo Tropical*. Vol 24 no 3. pp 49.
- Savón, L., Valiño, E., Gutiérrez, O., Rodríguez, S., Dihigo, L.E., Ajete, A., Martínez, L., Scull, I. & Díaz, M.F. (2000) Uso de alimentos fibrosos como alternativa alimentaria en dietas para aves, cerdos y conejos. PNCT N0 008 "Producción de alimento animal por vías biotecnológicas" Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba
- Sharom, L. (1996). *Rhizobium* simbiosis: Nod factors in perspective the plant cell 8: 1885-1898p.
- Zamora, A. & Abdou, S. (2007). Evaluación de variedades de soya en época de frío en dos tipos de suelos de la provincia Granma. *Revista Electrónica Granma Ciencia*. Vol.11, No. 3.

Crítica ecológica al concepto de Desarrollo y nuevas alternativas desde América Latina

Ecological critic to Development concept and new alternatives from Latin America

Crítica ecológica do conceito de Desenvolvimento e nova alternativas da América Latina

Ana Luíza Matos de Oliveira

Bacharel em Economia, Mestra em Desenvolvimento Econômico, Doutoranda (em andamento) em Desenvolvimento Econômico Instituto de Economia, Unicamp. Campinas, SP, Brasil

analubh87@gmail.com

Resumen

Este artículo derivado de investigación analiza el concepto de Desarrollo desde sus orígenes, presentando la crítica ecológica a este concepto, en especial por parte de la teoría del decrecimiento, muestra algunas contribuciones de los pueblos originarios a las constituciones de países de tendencia de izquierda en América Latina en los años recientes y problematiza la actual inserción de América Latina en el comercio internacional. Se encontró que contrarrestar a la fuerza económica, política y discursiva del agronegocio y del “progreso”, apoyado en el “desarrollo” no es algo simple. En América Latina hay tensiones entre el concepto de desarrollo convencional e intentos por construir un nuevo camino, un camino latinoamericano. Hay resistencias entre la (re)primarización y la inserción internacional de América Latina, también existen tensiones en el campo, con una disputa entre el agronegocio como modelo de desarrollo, modernidad y progreso y otras formas de relacionarse con el medio ambiente y con el otro. Se concluye que desde América Latina es posible crear un nuevo camino, no necesariamente en aras de imitar el mundo desarrollado, sino considerando los límites ecológicos y sociales del capitalismo y las contribuciones de los pueblos originarios.

Palabras clave: agroecología, agronegocio, buen vivir, desarrollo, límites ambientales, modelos agrícolas diversificados, neodesarrollismo, progreso.

Abstract

This article derived from research, analyzes the Development concept from its origins, presenting the ecological critic to this concept. Especially according to the decrease theory, it shows some contributions from native peoples to some constitutions of countries with a left political tendency in Latin America in recent years and also this article questions the actual insertion of Latin America in the international commerce. It was found that resisting the economical, political and discursive force of agribusiness and of “progress”, supporting the “development” it is not something simple. In Latin America, there are tensions between the conventional development concept and some tries of build a new way, the Latin-American way. There are resistances between the (re)primarization and the international insertion of Latin America, also there are tensions in the field, with a dispute between the agribusiness like a development model, modernity and progress and other ways of relating

with the environment and with the other self. It was concluded, that from Latin America, it is possible to create a new way, not necessarily in order to imitate the developed world, but considering some ecological and social limits of capitalism and to native peoples contributions.

Key-words: agroecología, agribusiness, good living, development, environmental limits, diversified agricultural models, neodevelopment, progress

Resumo

Este artigo derivado de pesquisa analisa o conceito de desenvolvimento desde as suas origens, apresentando a crítica ecológica desse conceito, especialmente pela teoria do declínio, mostrando algumas contribuições dos povos indígenas às constituições dos países de esquerda em América Latina nos últimos anos e problematiza a inserção atual da América Latina no comércio internacional. Verificou-se que contrariar a economia

política e discursiva do agronegócio e “progresso”, apoiado pelo “desenvolvimento” não é algo simples. Na América Latina existem tensões entre o conceito de desenvolvimento convencional e tentativas de construir uma nova estrada, um caminho latino-americano. Há resistência entre a (re) primarização e integração internacional da América Latina também existe tensões no campo, com uma disputa entre o agronegócio como um modelo de desenvolvimento, modernidade e progresso e outras formas de relacionamento com o meio ambiente e os outros. Conclui-se que, desde a América Latina é possível criar uma nova forma, não necessariamente com interesse de imitar o mundo diz-se desenvolvido, mas, considerando os limites ecológicos e sociais do capitalismo e das contribuições dos povos indígenas.

Palavras-chave: agro, agronegócio, boa vida, desenvolvimento, limites ambientais, modelos agrícolas diversificadas, neodesenvolvimento, progresso

Introducción

Dejemos a esa Europa que no deja de hablar del hombre al mismo tiempo que lo asesina dondequiera que lo encuentra, en todas las esquinas de sus propias calles, en todos los rincones del mundo (...). Europa ha rechazado toda humildad, toda modestia, pero también toda solicitud, toda ternura. No se ha mostrado parsimoniosa sino con el hombre, mezquina, carnicera, homicida sino con el hombre. Entonces, hermanos ¿cómo no comprender que tenemos algo mejor que hacer que seguir a esa Europa? Esa Europa que nunca ha dejado de hablar del hombre, que nunca ha dejado de proclamar que sólo le preocupaba el hombre, ahora sabemos con qué sufrimientos ha pagado la humanidad cada una de las victorias de su espíritu. Compañeros, el juego europeo ha terminado definitivamente, hay que encontrar otra cosa. Podemos hacer cualquier cosa ahora a condición de no imitar a Europa, a condición de no dejarnos obsesionar por el deseo de alcanzar a Europa. (Fanon, 1961:99).

El pensamiento crítico, para que lo sea verdaderamente, no comienza y termina en la academia. El pensador crítico debe estar atento a su realidad, de manera que su rol académico sea alimentado por la realidad – en permanente diálogo - y que sus reflexiones solucionen problemas concretos, para el enfrentamiento de la actual hegemonía. Tiene que ser “una herramienta de los movimientos sociales y fuerzas populares empeñadas en la lucha por la superación histórica del capitalismo” (Borón, 2012, p. 2). Muchas teorías (y más las que tienen espacio en los medios de comunicación y en muchos organismos internacionales) se limitan a justificar el sistema o hacerle críticas vacías o etéreas, proponiendo que todos tenemos la oportunidad de cambiar nuestro entorno, que el cambio está en uno mismo, etc.

En las décadas del sesenta y setenta en América Latina, se vivieron efervescencias políticas y

dictaduras, como respuesta de las élites y de los EE.UU. Un elemento fundamental de la cruzada contra-revolucionaria fue la de extirpar de la región el “cáncer” del pensamiento crítico que anidaba en la Universidad y en diferentes instituciones culturales y que había “contaminado” al resto de la sociedad. El final de los ochenta en América Latina llega con la redemocratización. Sin embargo, aquella recuperación de la democracia estuvo muy lejos de cumplir las expectativas que había generado, pues éstas se convirtieron en democracias formales, vacías de contenido, captadas por las clases políticas corruptas y no-representativas que llevaron adelante la profundización del modelo neoliberal. El neoliberalismo en los años noventa no sólo se impuso como modelo económico, sino también como paradigma cultural hegemónico, a través de los sistemas educativos y los medios de comunicación masivos (Fornazier & Oliveira, 2013). Sin embargo, hubo resistencia popular y con los años este modelo neoliberal fue siendo substituido por otro: el panorama de la región cambió en la década del 2000-2010, con nuevos gobiernos de izquierda y centroizquierda como en Argentina, Brasil, Bolivia, Ecuador, Uruguay y Venezuela, que presentaron rupturas en relación al imperialismo – sobre todo el estadounidense. Dichos gobiernos buscaron relaciones comerciales Sur-Sur, entre América Latina y también con África y Asia. Aproximadamente la mitad de la población de América Latina está hoy día bajo gobiernos considerados de izquierda o centroizquierda.

Estos gobiernos cumplen un papel muy importante, ya que abren espacio para los marginados (afrodescendientes, pobres, indígenas, mujeres) en términos culturales, sociales y también económicos, lo que ha también mostrado la verdadera cara racista de nuestras élites (Svampa, 2008, pág. 89): la reelaboración de la figura de las “clases peligrosas”, como representación social que evoca el peligro de la disolución de los lazos sociales (la familia, la propiedad, la religión, etc.) constituye una respuesta al proceso de ascenso e irrupción de lo plebeyo en el espacio público, principalmente, por medio de la ocupación de los espacios de la política (Svampa, 2008, p. 89).

El Socialismo del Siglo XXI, que tiene hoy a Venezuela como su exponente más importante, se propone como una actualización de las ideas fundamentales de la tradición de izquierda, retomando desde la realidad actual de nuestra región, no sólo las conceptualizaciones básicas de Marx, Engels, Lenin, Trotsky, Luxemburgo, Gramsci, etc., sino también las teorías de Mariátegui, Che Guevara, Fidel Castro, etc., así como el ecologismo, el feminismo, el anti-racismo y el pensamiento descolonial (una vez que el colonialismo político-militar desaparece, la colonialidad permanece y se perpetúa en el tiempo) (Dussel, 1999).

Hoy en América Latina se pueden encontrar elementos de ruptura y de continuidad con el concepto tradicional de desarrollo, desde el neoliberalismo y/o el extractivismo, que se materializa en la relación con la naturaleza y con el consumo. En América Latina actualmente hay tensiones entre el concepto de desarrollo convencional y los intentos por construir un nuevo camino, un camino latinoamericano. Hay resistencias entre la (re)primarización y la inserción internacional de América Latina, así como hay tensiones en el campo, con una disputa entre el agronegocio como modelo de desarrollo, modernidad y progreso y otras formas de relacionarse con el medio ambiente.

Desarrollo y el conflicto de clases: el territorio en disputa

Desde el siglo XIX y más intensamente después de la Segunda Guerra Mundial, el sistema demandaba ideologías y utopías que diesen sentido a las posiciones desiguales, ofreciendo a los pueblos en situación desventajosa una explicación de su papel subordinado en el sistema sin rebelarse en contra de los explotadores y al mismo tiempo les ofreciera una alternativa para salir de esta condición. El auge del positivismo en Europa se dio entre 1850 y 1890. Como base del pensamiento estaban los progresos de la ciencia y creencia en la misma, pero no en preguntarse los “por qué” si no los “cómo”. Una inspiración sería también Spencer con el concepto de

“supervivencia de los más aptos” y el propio Darwin. El positivismo fue el instrumento del que se valieron los latinoamericanos para realizar los cambios que se consideraban necesarios para la “incorporación a la civilización”, tales como la inmigración blanca y la educación positiva, formadora de “hombres prácticos”.

Oigo la tempestad. Me hablan de progreso, de “realizaciones”, de enfermedades curadas, de niveles de vida por encima de ellos mismos. Yo, yo hablo de sociedades vaciadas de ellas mismas, de culturas pisoteadas, (...) de posibilidades suprimidas. Me refutan con hechos, estadísticas, kilómetros de carreteras, de canales, de vías férreas (Cesaire, 2004, p. 20).

En la posguerra coexistieron y compitieron varios proyectos de internacionalización de la ciencia, la educación y la cultura. En particular, fueron tres los organismos que se disputaron el terreno, para Beigel (2010): la UNESCO (bajo el liderazgo de Francia); la OEA (heredera de la Unión Panamericana, bajo el liderazgo de los Estados Unidos), y la Iglesia Católica. El Banco Mundial también tuvo gran importancia en difundir el concepto de desarrollo y de la lucha contra la pobreza a partir de los objetivos de EU y en la década del setenta, con la figura de Robert McNamara (Pereira, 2010).

Sobre la propagación del concepto de desarrollo económico, Pereira (2010) demuestra cómo el papel de Robert McNamara, director del Banco Mundial, fue fundamental para la definición de la política de la institución y para la difusión del neoliberalismo como política pública según los intereses de EU. McNamara, a través del Banco Mundial, buscó resolver la pobreza vía mercado, garantizando que no aumentara el comunismo y sin que se cuestionara el mercado. Por ejemplo, los proyectos de desarrollo rural tenían como presupuesto la aceptación de la estructura agraria. La superación de la pobreza tendría que venir por el aumento de la “productividad de los pobres”. Tales teorías alcanzaban tres objetivos a la vez:

primeiro, apagava o caráter desigual e combinado das formas de exploração e, portanto, a “funcionalidade dos pobres” (desempregados, subempregados, pequenos agricultores etc.) para a acumulação capitalista; segundo, isolava a pobreza do conjunto das relações sociais, como se fosse um fenômeno em si mesmo; terceiro, reificava as modalidades mais predatórias de desenvolvimento capitalista, na medida em que explicava a pobreza como exclusão do progresso, e não como um dos seus resultados (Pereira, 2010, p. 268).

El Banco Mundial y su enfoque orientado a la pobreza impuso en el ámbito internacional una manera específica de hacer política social, basada en la separación teórica entre producción de la pobreza y producción de la riqueza, al contrario, por ejemplo, del planteamiento marxista, que demuestra que la riqueza del sistema se produce generando pobreza para el trabajador. Este tipo de políticas continúa invisibilizando la desigualdad global y nacional y con el concepto de desarrollo, justificando el capitalismo. Las elites de América Latina, en el concepto de desarrollo y en la comparación con los países supuestamente desarrollados encuentran respaldo para criticar sus propios países y proponer políticas que supuestamente llevarían a los mismos al desarrollo. De esta manera, el desarrollo es asumido como la reproducción de las condiciones que se suponía caracterizaban a las naciones económicamente más avanzadas del mundo en otros espacios como Asia, África y América Latina. A partir de allí se habla de un planeta conformado por tres mundos; el primero, de los llamados países desarrollados; el segundo, de los países que no habrían completado todavía su desarrollo; el tercero, por países subdesarrollados. Pero ¿está el planeta dividido en tres mundos aislados? o ¿estos tres mundos son definidos así justamente por la interacción en términos de desigualdad entre los mismos?

Ya la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con sede en Santiago de Chile, buscó problematizar estos temas, con el fin de que América Latina se desarrollara. La creación

de la CEPAL, en 1948-1949, fue un marco en el desarrollo de la economía y de las ciencias sociales latinoamericanas. Santiago de Chile desempeñó un papel altamente significativo en tanto espacio de internacionalización y destino de científicos sociales de todo el mundo, hasta el golpe cívico-militar del 1973. La tesis Prebisch-Singer (Silva, 2013), por ejemplo, muestra que, históricamente, América Latina exporta bienes primarios a Europa, que los devuelve “transformados” y que con el tiempo habría una caída de los términos de intercambio: América Latina tendría que producir más productos primarios para comprar los mismos bienes. La clave entonces para esta organización sería buscar la industrialización para desarrollarse.

El dependentismo se construye estableciendo reformulaciones y críticas a lo que habían realizado las teorías del desarrollo, principalmente la cepalina. Está representado, especialmente por Faletto & Cardoso (1970). Dos Santos (2003) resalta que, a partir de 1974, Cardoso aceptó la irreversibilidad del desarrollo dependiente y la posibilidad de compatibilizarlo con la democracia representativa. Así, las tesis de Cardoso ganaron creciente fuerza a nivel mundial y contribuyeron a la creación del ambiente ideológico de centro-derecha que se configuraría en buena parte de la región en la década de los ochenta/noventa. Cardoso llega a ser presidente de Brasil por el *Partido da Social Democracia Brasileira* (PSDB) en 1995 e implementa diversas políticas neoliberales en este país.

El economista Ha Joon Chang (2002, 2014) critica la teoría de las ventajas comparativas y sus nuevas versiones (Ricardo, 2004) y la imposición del neoliberalismo como forma de alcanzar el desarrollo. Para él, los países ricos habrían llegado a un nivel de desarrollo a partir de la intervención estatal y que propongan que los otros no utilicen la “mano del Estado” para industrializarse sería una manera de mantener el *status quo* global. Para este autor, la industrialización también es clave del desarrollo. Chang plantea que lo que se busca

con el supuesto desarrollo neoliberal es “patear la escalera” para que los países supuestamente subdesarrollados no “suban”. Para Chang, los países hoy desarrollados no llegaron dónde están al liberalizar sus mercados e impidiendo que el Estado intervenga, sino todo el contrario: el promover el neoliberalismo sería, en realidad, no permitir que los “subdesarrollados” se “desarrollen”.

En el diccionario de la Real Academia Española (RAE), el concepto de *desarrollo* está vinculado a la acción de desarrollar o a las consecuencias de este accionar: se trata de incrementar, agrandar, extender, ampliar o aumentar alguna característica de algo físico (concreto) o intelectual (abstracto). Frente al *desarrollo económico*, lo que caracterizaría a los países desarrollados sería la industrialización, alta tasa de urbanización y años de escolaridad, tecnificación de la agricultura y adopción generalizada de los valores y principios de la modernidad, incluyendo formas concretas de orden, de racionalidad y de actitud individual. El concepto de desarrollo también toma por referencia la experiencia histórica de los europeos (Amaro, 2003) y, para Ribeiro (2007), todo concepto de desarrollo es social-/temporal-/culturalmente determinado, aunque sea planteado como universal. En los ámbitos académicos, incluso de la izquierda, Europa y los Estados Unidos siguen siendo el modelo de desarrollo, aunque sólo sea para imitar el *Welfare State* y la regulación del Capital por parte de la Europa en los años dorados.

Según Devés (2003), el concepto de desarrollo en América Latina se cultiva en estrecha conexión con el mundo estadounidense, mucho más que con el europeo. Este conjunto de ideas tiene relación con el clima indudablemente “industrialista” de la posguerra. Después de la Segunda Guerra Mundial se había impuesto en América Latina una ciencia social que tendía a considerar la situación del subdesarrollo en el sentido de una fase o estadio “natural” en la historia de los pueblos: el problema del subdesarrollo sería el del paso de una sociedad atrasada a una moderna e industrial, el cual se operaría sin mayores dificultades si se

pone en marcha un proceso de industrialización (Fornet-Betancourt, 1992).

Así, el concepto de desarrollo puede ser interpretado como un instrumento para la dominación. Para Ribeiro (2007), esta jerarquía hace creer en la existencia de un punto que puede ser alcanzado siguiendo una receta, una manera de mantener el poder por sobre los países antes “colonias” y ahora “subdesarrollados”. El desarrollo se concibe desde entonces como una carrera en que algunas naciones van más adelantadas que otras, así como es mensurable: se crean indicadores “universales” de desarrollo. Se podría decir entonces que es una especie de mirada neocolonial hacia los territorios latinoamericanos, pues sigue manteniendo a Europa o a los Estados Unidos como el modelo. A partir de este concepto, es muy difícil pensar en otras posibilidades de desarrollo, en otros caminos, que no sean los ya trazados por otros países o ya previamente por el capital.

Se interpreta, así, la división del mundo entre desarrollados y no desarrollados o en desarrollo como una manera de justificar las desigualdades del sistema o plantear que sea posible, mediante la aplicación de las políticas correctas, llegar al nivel de los países desarrollados, considerando que esto sea posible y/o deseable. Los economistas entonces se dividen entre los que afirman que las políticas necesarias demandarían más o menos “intervención” del Estado. Así, el concepto de desarrollo justifica y naturaliza el capitalismo. Sin embargo, el desafío, más que una discusión sobre desarrollo, es tener en cuenta las condiciones para la extinción de tales categorías, pues para que unos sean desarrollados, es decir que estén por encima de otros, otros tienen que ser subordinados, como una especie de “lucha de clases” entre países (Marx, 2004). La lucha contra el capitalismo es también una lucha contra la ilusión desarrollista, que hace creer que es posible y deseable que todos seamos “desarrollados”, cerrando los ojos a la subordinación de los países dichos subdesarrollados y a los límites ambientales de este modelo de desarrollo del consumo (Baudrillard, 2008).

La crítica ecológica al consumismo: el decrecimiento

Muchas de las perspectivas frente al desarrollo y el territorio tienen al ser humano como “señor de la naturaleza”. Para Martínez Luna (2003, p. 348), la homolatría cosifica a la naturaleza, se desprende de ella, se deslinda y, en consecuencia, la mira como objeto, la atrapa y la explota según sus razonamientos. Una teoría alternativa al frenesí del consumo, de la industrialización y del crecimiento sería la Teoría del Decrecimiento (Loske, 2011; Loske, 2012; Latouche, 2006, Georges-Roegen, 1971), que plantea que existe un límite para el crecimiento del modelo capitalista, que pasa no solo por la explotación de los trabajadores, sino también por el medio ambiente: para los defensores de la *décroissance*, no es posible continuar buscando el crecimiento del PIB a través del consumo sin límites y de la utilización de los recursos naturales, pues el Planeta tiene sus límites y el modelo adoptado hoy privilegia a los países ya “desarrollados”. Sería necesario, por lo tanto, reprimir el consumo exagerado y remodelar el sistema. Desde nuestra perspectiva, el concepto de decrecimiento necesita ser planteado a partir de una crítica de la lógica capitalista de ganancia y producción: sería necesario consumir menos como sistema y no como hábito individual.

Para Löwy (2011), es necesario criticar la lógica productivista y de la ganancia del sistema capitalista, que impone patrones de consumo, la obsolescencia programada, entre otras maneras de mantener el frenesí de consumo. Para este autor, no es posible que todo el mundo tenga el mismo patrón de consumo que Estados Unidos, por tanto el actual modelo de desarrollo con miras a Estados Unidos y Europa debería ser replanteado, retomando la crítica de Marx y Engels frente al capitalismo y con una mirada menos etnocéntrica y más centrada en la naturaleza.

Suma Qamaña y Sumak Kawsay (Buen Vivir)

Es importante tener en cuenta la importancia del

pensamiento neoliberal a partir de los noventa en América Latina (Oliveira, 2013) para reforzar la oposición a los indígenas. “En efecto, en la matriz epistemológica más íntima del pensamiento liberal subyace una pretensión de universalidad que genera necesariamente conflictos cuando se encuentra con sociedades que piensan, actúan o viven de manera diferente.” (Dávalos, 2005, p. 18). A partir del conflicto con el Otro, según Dussel (citado por Dávalos, 2005), se construye la modernidad. La modernidad se opone al Otro para subyugarlo.

Si la modernidad es un proyecto con una pretensión normativa universal y que incorpora a su interior nociones de sentidos culturales y referentes sociales, además de que sustenta la construcción de una figura históricamente nueva como es la del individuo (una figura que en el campo de la economía sirve para la sustentación de la figura del consumidor, y que en el campo de la política sirve de sustento a la figura del ciudadano), un individuo, además, racional, egoísta en el sentido moral del término, y utilitarista, entonces el reconocimiento de la Alteridad de los pueblos y naciones originarias del continente de alguna manera debería alterar esa pretensión universalizante del proyecto moderno, de alguna manera debe cuestionar a esa figura del individuo. (Dávalos, 2005, p. 23)

Este tipo de discurso está también muy presente en la economía, en cualquier manual de microeconomía neoclásica, que siempre se plantea como verdad universal: la sociedad está compuesta por individuos racionales, autónomos, utilitaristas. El indígena/campesino, que resiste vivir en el sistema capitalista estaría equivocado por ser diferente a este modelo (que ni siquiera se podría decir que siguen los “occidentales”).

O discurso eurocêntrico da modernidade fez com que a diferença específica da América, sua colonialidade, se diluísse tal como formulada pelo discurso eurocêntrico. Esse discurso não consegue ver a colonialidade que lhe é constitutiva e, assim, não vê as cli-

vagens, a opressão e a tragédia que lhe são coetâneas. Deste modo, continua-se oferecendo modernidade para superar as mazelas da modernização num ciclo vicioso que, mais do que como farsa, se reproduz ampliadamente como capital por meio de injustiças, devastações e tragédias nesse sistema-mundo moderno-colonial que nos governa. (Porto-Gonçalves, 2006, pp. 153-154)

En gran parte de América Latina, la cuestión indígena es totalmente olvidada: está presente la idea de que ellos, así como los campesinos, son el anti-progreso. Y sobre este aspecto, complementa Manuela Carneiro da Cunha: “Uma maneira de se tratar a questão é fazer como o frade do apólogo: batizar os índios de emancipados... e comê-los” (Carneiro da Cunha, 2010, p. 248), es decir someterlos a la lógica del mercado, que no respeta su forma de vida.

Esse modo de pensar procura convencer a sociedade de que o agronegócio e o modelo moderno de desenvolvimento e o campesinato e uma forma residual, cuja sobrevivência está em questão. Esse entendimento está associado à compreensão de que todos devem se unificar nas relações capitalistas, por elas serem a única via possível. Essa visão linear, além de extremamente limitada, e uma falácia. É evidente que nem todos os camponeses criados pelas políticas de reforma agrária conseguirão se integrar ao capitalismo (Fernandes, 2013, p. 193).

A pesar de estos problemas, hay ejemplos muy interesantes de la integración y reconocimiento de las prácticas de los pueblos originarios en diversos países de Latinoamérica hoy. Por ejemplo, las nuevas constituciones de Ecuador y Bolivia contemplan el concepto de Vivir Bien (en aymara *suma qamaña* y en quechua *sumak kawsay*), a partir de los gobiernos de Rafael Correa y Evo Morales, respectivamente. Evo llega a la presidencia al ganar las elecciones en 2005: el hecho de que haya un presidente

indio-campesino (campesindio, una categoría que acapara etnia y clase, según Farah & Vasapollo, 2011) - dirigente de los coccaleros de la zona central del Chapare - y la conformación de un nuevo bloque en el poder es ya un hecho revolucionario en sí mismo, por confrontar las viejas estructuras del poder colonial. Alianza País, que se identifica con la izquierda, llega al gobierno de Ecuador en 2006, con la articulación de Rafael Correa.

Para Farah & Vasapollo (2011), la apelación a las cosmovisiones indígenas invoca una ruptura con visiones etno o antropocéntricas y reclama una mirada que incluye la vida en todas sus formas y no sólo la humana, cobijada en la naturaleza y en la *Pachamama* como hogar hoy amenazado. “Sin embargo, la complejidad y novedad de las crisis que hoy vivimos hacen que los conocimientos o saberes de los pueblos y comunidades locales estén desafiados a aceptar y reconocer también los conocimientos llamados científicos u occidentales” (Farah & Vasapollo, 2011, p. 17). Los autores interpretan que la salida del siglo XX, dominado por el bienestar occidental, estaría en las sociedades indígenas con una mirada hacia el siglo XXI, que cuentan con un espacio amplio de comunidades y potencialidades para el vivir bien: variedad, biodiversidad, complementariedad entre civilizaciones antagónicas. (Farah & Vasapollo, 2011, pp. 22-23). Es importante decir que, para estos autores, el vivir bien no tendría equivalencia con “desarrollo” en ninguna lengua indígena.

El vivir bien –expresado en varios términos aymaras, principalmente el suma qamaña– tendría varias acepciones: “vivir en paz”, “vivir a gusto”, “convivir bien”, llevar una “vida dulce”, o “criar la vida del mundo” con cariño. La vida tendría un “sentido más pleno: como vida biológica, humana y espiritual”, y su disfrute estaría asociado al trabajo (actividad creativa, litúrgica y recreativa) que fluye en diálogo e intercambio con la comunidad, siendo –por tanto– contraria al ocio y bienestar deseados en occidente (Farah y Vasapollo, 2011, p. 22).

Son muy interesantes también los planteamientos de Evo Morales sobre el tema:

Mientras los Pueblos Indígenas proponen para el mundo el “Vivir Bien”, el capitalismo se basa en el “Vivir Mejor”. Las diferencias son claras: El vivir mejor significa vivir a costa del otro, explotando al otro, saqueando los recursos naturales, violando a la Madre Tierra, privatizando los servicios básicos; en cambio el Vivir Bien es vivir en solidaridad, en igualdad, en armonía, en complementariedad, en reciprocidad. En términos científicos, desde el marxismo, desde el leninismo dice: socialismo-capitalismo; y nosotros sencillamente decimos: el vivir bien y el vivir mejor.
 (Morales, 2011, p. 9)

En estas citas, se puede ver que el concepto de vivir bien se opone a la perspectiva occidental capitalista, pero también propone una crítica al concepto de desarrollo – incluso de la izquierda - y de dominio de la naturaleza por el ser humano. A lo que pueda llevar este concepto – sea superar o reformar el capital - depende de cómo se organice la sociedad, ya que esto es construido en un proceso social.

Neodesarrollismo: construcciones en tensión

En América Latina hoy se presentan tensiones entre el concepto de desarrollo convencional e intentos de construir un nuevo camino, un camino latinoamericano. Sin embargo, los países en los que hubo un cambio hacia la izquierda tienen algo en común con los países que adoptan políticas muy inspiradas en el neoliberalismo, como Colombia o México: se siguen exportando materias primas y reprimarizando las economías (Svampa, 2008), en una inserción (neo) colonial, que obtuvo más fuerza en el siglo reciente con la crisis que trajo el neoliberalismo a la región en los noventa. Se continúa destruyendo las riquezas naturales, contaminando las poblaciones y ecosistemas. La cita siguiente, aunque se centra en Brasil y Argentina, de alguna manera es válida para el ámbito de la

región, que, con el aumento de los precios de los *commodities* (Veríssimo, Xavier & Vieira, 2012), especialmente entre los años 2003 a 2008, refuerza su inserción en el comercio internacional a través de este rol.

Una preocupación clave para Brasil y que es compartida por Argentina, concierne al aumento en el grado de dependencia del sector industrial del desarrollo de la agroindustria en detrimento de la industria manufacturera. En este sentido, en ambos países, las tasas de crecimiento de la agroindustria son altas que se ha visto potenciado porque los mercados de commodities tuvieron un período reciente muy fortuito, de notable incremento de los precios. El problema central es determinar como podría evolucionar esta tendencia en el mediano o largo plazo. Por ejemplo, en años recientes, los sectores con mayores tasas de crecimiento en Brasil fueron la soja y la producción ganadera (Cooney & Santarcángelo, 2011, p. 13)

La renta extractiva, de la generación de empleo, de las políticas sociales y la expansión del sistema bancario y los préstamos también aumentaron el consumo en grandes proporciones y con ello la importación de bienes de consumo. El consumo asume un rol muy importante en el imaginario colectivo: el incentivo del consumo (de bienes, de educación, de salud, etc.), como forma de inserción a la sociedad, se sobrepone a la inserción por ciudadanía activa a través de acceso a derechos (Boyer, 2015; Lavinás, 2015).

Según Dávalos (2013), el gobierno de la Revolución Ciudadana en Ecuador ha sido el que más ha invertido en salud y educación, empero este gasto cumple un rol político al interior de la dinámica extractivista, al legitimarla y posibilitar su expansión y consolidación. Una parte importante de los ingresos del Estado ecuatoriano proviene de los recursos naturales, en especial del petróleo. Para dicho gobierno, estos recursos son necesarios para luchar contra la pobreza y la tecnología actual permite una explotación más limpia. Se quiere así vincular la renta extractivista y la política

social: muchas de las reformas a la Ley de Minería se legitimaron en el discurso que la renta minera financiaría al desarrollo y a la redistribución de la renta. Aunque reconozca la contribución indígena y el buen vivir para la crítica del concepto de desarrollo en su constitución, se minimizan los impactos sociales y ambientales de muchas actividades económicas. La legitimación social y política del gobierno pasaría por el extractivismo, el Estado como eje controlador de los mercados, el capital público como dinamizador de la economía, construyendo alianzas con transnacionales (privadas y estatales, con énfasis en China), así como con el agronegocio ligado a agrocombustibles. Por otro lado, este esquema renueva el discurso al proclamar una preeminencia del ser humano sobre el mercado, renegocia términos de intercambio entre la explotación de la naturaleza y las empresas transnacionales, aunque manteniendo el rol de Estado proveedor de recursos naturales.

Considerando el campo, todavía tiene mucha fuerza en América Latina y el Caribe una determinada visión de “desarrollo”, esta es, invertir en el agronegocio o extractivismo, de acuerdo a los intereses de las multinacionales y de la burguesía agraria o urbana (que le tiene miedo a lo que es diferente al capital, a lo que no se puede controlar, a la “barbarie”). Desde ahí, y con la ayuda de los medios de comunicación, presionan a sus representantes políticos por leyes y reglamentaciones que favorezcan un determinado tipo de “desarrollo”, uno que de un lado mantenga el *status quo* de desigualdad y del otro contribuya a amenazar la soberanía del campesino y del indígena sobre su territorio. “Integrar” los campesinos/indígenas al agronegocio o al mercado capitalista es revolver su modo de vida, su experiencia, su relación con la tierra y con los demás a través del llamado “molino satánico” (Polanyi, 1980): muchas veces los mismos campesinos son obligados, sea por la fuerza o por cuestiones económicas, a integrarse al capitalismo rural, vender su fuerza de trabajo y su tierra. Hoy en América Latina el poder hegemónico plantea la visión de que el capital/agronegocio es productivo y necesita expandir

su frontera, mientras los campesinos o indígenas, con sus formas no capitalistas o alternativas, son un retraso, impiden al progreso. Así, oponerse al extractivismo, agronegocio o a la (re)primarización en muchos países aparece como oponerse al crecimiento, al desarrollo, al bienestar social (Hou-tart, 2012, p. 5).

Según Hidalgo (2011), ni a los primarios exportadores ni a los desarrollistas les interesa abrir el debate sobre la estructura agraria. “Solo la presión desde los movimientos campesinos e indígenas puede abrir un debate público y nacional, para alterar el *status quo* sobre la tierra” (Hidalgo, 2011, p. 153).

Una crítica al desarrollo en el campo desde el territorio: ciencia y tecnología

Para Rosset & Martínez-Torres (2013), muchos movimientos sociales rurales han adoptado la agroecología y los sistemas agrícolas diversificados como parte de su discurso y práctica. Existen grandes movimientos sociales productores de conocimiento, alimentos, medicamentos y que intercambian semillas, utilizan recursos y conocimientos por la defensa de la diversidad cultural frente a la embestida de grandes grupos económicos (Lima, 2014). “Es decir, detrás de las disputas por la tierra, el agua, la semilla, la biodiversidad, existe una lucha por la soberanía de los pueblos y por el derecho a mantener otras concepciones de la reproducción material de la vida y de la cultura” (Giarraca, 2006, p. 15-16).

Según Stedile (2010), hay una hegemonía de las empresas sobre el conocimiento científico y las tecnologías aplicadas a la agricultura, con el discurso que se impone en todo el mundo de la llamada “agricultura industrial”, dependiente de insumos producidos por fuera de la agricultura. Este modelo es presentado como la única, mejor y más barata forma de producir, ignorando técnicas milenares del conocimiento popular y de la agroecología). Para Stedile (2010), el conocimiento y la investigación fueron privatizados y sus resulta-

dos son utilizados como mercancía, con objetivos de ganancia. Incluso las semillas, genéticamente modificadas y patentadas, son privadas, así como las fuentes de agua en muchos lugares y territorios con gran biodiversidad. Con el uso de los transgénicos y de la alta tecnología en la agricultura hoy, hay una estandarización de los víveres y animales, verdaderos “alimentos” estandarizados por las empresas, de forma masiva, que trae consecuencias para la destrucción de hábitos alimentares, culturales y riesgos para la salud humana y animal (Stedile, 2010).

Para Porto-Gonçalves (2006), por más que el antropocentrismo eurocéntrico piense que la ciencia y la técnica puedan dominar la naturaleza, ésta tiene un significado central para la reproducción de la sociedad.

Ao contrário do pensamento disjuntivo que opera por dicotomias, como quer fazer crer o ainda hegemônico pensamento eurocêntrico moderno, não temos primeiro a sociedade (ou o espaço) e depois o espaço (ou a sociedade) – sociedade e espaço. Na verdade, sociedade é espaço, antes de tudo, porque é constituída por homens e mulheres de carne e osso que na sua materialidade corporal não podem prescindir da água, da terra, do ar e do fogo”. (Porto-Gonçalves, 2006, p. 163).

Llama la atención que las independencias de los países de América es el fin del colonialismo, pero no de la colonialidad, pues ahí no se encuentran nuevas territorialidades con valores emancipatorios, pero es necesario “que remetamos à sua expressão atual no zapatismo, no MST, no indígenato, nos afrodescendentes, nos indígenas, nos piqueteiros, nos rappers que re-escrevem, hoje, a história da moderno-colonialidade e da racialidade a partir de um lugar subalterno.” (Porto-Gonçalves, 2006, p. 160).

Existe una necesidad de plantearse un horizonte continental para el desarrollo local considerando que el capital no tiene patria y el poder hegemónico tiene fuerzas y estructuras más allá de las

fronteras nacionales. Por lo tanto, es necesario que haya una unión de los movimientos anti-hegemónicos. La autonomía sobre el territorio es necesaria para la autonomía de los pueblos. Por lo tanto, sería necesario que: i) el poder público reconociera las diferencias culturales de sus ciudadanos; ii) que todas las culturas tuvieran el mismo respeto por parte de la sociedad; iii) dotar a las instituciones para hacer efectivo el ejercicio de la diversidad cultural; iv) evitar la criminalización de la diversidad cultural; v) proteger los bienes patrimoniales y territoriales de los sujetos de la diversidad. También, definir a todos como agricultores esconde las diferencias constituidas por las relaciones sociales de poder, enmascara las clases sociales. Esta es una estrategia muy utilizada actualmente.

Es necesario apropiarse de la historia y recontarla desde el punto de vista de los pueblos, muchas veces invisibilizados, inferiorizados, subyugados por los poderes hegemónicos. En este sentido es necesario entender la historia como política, pues la historia que se impone como la “verdad” muestra, por general, el punto de vista de los que se imponen por la fuerza (Zemelman, 2007, p. 95).

Zemelman (2007) plantea la cuestión de la reforma agraria y afirma que hacerla significa cambiar la estructura del país, tanto económica como ideológica: “La reforma agraria no limita sus efectos a modificar las condiciones de predominio de un grupo privilegiado, sino que extiende sus consecuencias hasta provocar un cambio en los estilos para ejercer la dominación, así como en las estrategias de reproducción social” (Zemelman, 2007, p. 104). La connotación territorial de la reforma agraria parte del principio de oponer a la lógica del latifundio/agronegocio la pequeña propiedad, nuevas formas de organización que desafían los poderes actuales, significando un cambio estructural.

Consideraciones finales

Contrarrestar a la fuerza económica, política y discursiva del agronegocio y del “progreso”,

apoyado en el “desarrollo” no es algo simple. La cuestión en este sentido pasa por el poder político del pueblo, no sólo para elegir partidos de izquierda sino también para garantizar cambios verdaderos. Es fundamental el apoyo y lucha popular, clave para cualquier cambio social, capaz de enfrentar las estructuras existentes y transformarlas. Sin el apoyo de los movimientos sociales, los gobiernos progresistas no hubieran llegado donde están hoy, pero es necesario que las organizaciones sociales continúen presionando por los cambios necesarios y para que los partidos cumplan con las promesas hechas.

Se puede construir otro futuro para América Latina, que no sea aspirar a ser como Europa y Estados Unidos o someterse a destruir su naturaleza y su gente para venderlas a los países del norte, con la lógica del productivismo y neodesarrollismo. Se puede ser autónomo y buscar otras alternativas más allá del capital. Para ello está el concepto del Buen Vivir y muchas otras posibilidades de aprendizaje con los pueblos invisibilizados de nuestra tierra: indígenas, afrodescendientes, mujeres, etc. Es necesario apropiarse de la historia y recontarla desde el punto de vista de estos pueblos, muchas veces inferiorizados, subyugados por los poderes hegemónicos.

En América Latina, Spengler, Bergson, Nietzsche, Dilthey, Ortega y Gasset, Einstein, Marx, Lenin, etc., fueron recibidos con los brazos abiertos, siendo utilizados de manera original para intentar fracturar la hegemonía. Hay muchos autores críticos en América Latina que tienen un diálogo con el marxismo, que es necesario rescatar, como los intelectuales de la vieja CEPAL, como Celso Furtado o los trabajos de Maria da Conceição Tavares; filósofos y teólogos de la Teología de la Liberación (Leonardo Boff, Frei Betto, etc.); Milton Santos y las contribuciones de los pueblos originarios. El concepto de liberación se ha ganado un espacio en el pensamiento latinoamericano, y fue uno de los más reconocidos fuera de nuestro continente, con Paulo Freire, Gustavo Gutiérrez, Fidel Castro y Ernesto “Che” Guevara, Orlando Fals Borda,

Ignacio Martín-Baró, Adolfo Pérez Esquivel y Salvador Allende. Otros autores, como Francisco Miranda, José Carlos Mariátegui, Jean Price Mars, Manuel Ugarte o Simón Bolívar, bien como procesos revolucionarios como la revolución haitiana o Tupac Amaru II deben ser recuperados al pensar América Latina y proponer alternativas para sus propios caminos.

Literatura citada

1. Amaro, R. (2003). “Desenvolvimento – um conceito ultrapassado ou em renovação? Da teoria à prática e da prática à teoria Cadernos de Estudos Africanos. Lisboa.
2. Baudrillard, J. (2008). A sociedade de consumo. Editora Almedina, 3ª edición.
3. Beigel, Fernanda (2010). “La institucionalización de las ciencias sociales en América Latina: entre la autonomía y la dependencia académica”, en Fernanda Beigel (directora) Autonomía y dependencia académica. Universidad e investigación científica en un circuito periférico: Chile y Argentina (1950-1980), Buenos Aires, Biblos.
4. Borón, A. (2012) “El pensamiento crítico en el marco de la actual crisis general del capitalismo” [CLASE]. (Programa Latinoamericano de Educación a Distancia, Centro Cultural de la Cooperación, Buenos Aires).
5. Boyer, R. (2015) O Brasil como o pioneiro no crescimento inclusivo da América Latina: O próximo passo da política social. *Revista Política Social e Desenvolvimento #8, Desigualdade e proteção social na América Latina*.
6. Carneiro da Cunha, M. (2010) “Três peças de circunstâncias sobre o direito dos índios” *Cultura com aspas. São Paulo: CosacNaify*, pp. 245-274.
7. Cesaire, A. (2004) “Discurso sobre el colonialismo”, AKAL, Madrid.
8. Chang, H. (2002) Kicking Away the Ladder: Development Strategy in Historical Perspective. Anthem.
9. Chang, H. (2014) Economics: The User’s Guide. Pelican Books
10. Cooney, P. & Santarcángelo J. (2011) La industria en Argentina y Brasil a comienzos del siglo XXI: Avances y desafíos. Jornadas de Economía Crítica, Córdoba, 25 a 27 de agosto de 2011, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba.
11. Dávalos, P. (2013) Las falacias del discurso extractivista, Recuperado de: <http://lalineadefuego.info/>
12. Dávalos, P. (2005) Movimientos Indígenas en América Latina: el derecho a la palabra. Pueblos indígenas, estado y democracia Buenos Aires CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales Editorial/Editor
13. Devés Valdés, E. (2003) El pensamiento latinoamericano en el siglo XX. Entre la modernización y la identidad. Tomo II: Desde la CEPAL al neoliberalismo (1950-1990), Buenos Aires, Biblos.
14. Dos Santos, T. (2003) La teoría de la dependencia. Balance y perspectivas, Buenos Aires, Plaza & Janés.
15. Dussel, E. (1999) “Sensitivity and otherness in Emmanuel Lévinas” Recuperado de: <http://enriquedussel.com/DVD%20Obras%20Enrique%20Dussel/Textos/c/1999-302.pdf>
16. Falleto, E. & Cardoso, F. H. (1970) Dependência e desenvolvimento na América Latina: ensaio de interpretação sociológica. LTC, Rio de Janeiro
17. Fanon, F. (1961) “Los condenados de la tierra,” Fondo de Cultura Económica.
18. Farah, I. & Vasapollo, L. (2011) Introducción In: Farah, I.; Vasapollo, L. (org.) (2011) Vivir bien: ¿Paradigma no capitalista? Plural Editores, La Paz.
19. Fernandes, B. M. (2013) A reforma agraria que o governo Lula fez e a que pode ser feita In: Sader, E. (Org) (2013), 10 anos de governos pós-neoliberais no Brasil: Lula e Dilma /São Paulo, SP: Boitempo; Rio de Janeiro: FLACSO Brasil.
20. Fornazier, A. & Oliveira, A. L. M. (2011) O ideário neoliberal no Brasil e suas implicações nos setores produtivos. Ponencia en AEDA (Asociación de Economía para el Desarrollo de Argentina).
21. Fernet-Betancourt, R (1992). “La filosofía de la liberación en América Latina”, en Estudios de filosofía latinoamericana, México, CIALC/UNAM.
22. Georgescu-Roegen, N. (1971) The Entropy Law and the Economic Process – Harvard University Press.
23. Giarraca, N. (2006). La tragedia del desarrollo: Disputas por los recursos naturales en la Argentina Mesa “Movimientos Sociales y Democracia” del encuentro Ciencia en el Mercosur, celebrado en junio de 2006
24. Hidalgo, F. (2011). Tierra: Soberanía Alimentaria y Buen Vivir. In: Hidalgo, Francisco; Laforge Michel (eds.) Tierra urgente / Francisco Hidalgo y Michel Laforge - Quito: SIPAE.
25. Houtart, F. (2012) Las fuerzas sociales y políticas en vísperas de la elecciones de 2013, PDF, Alba Noticias, 26-12-2012. Texto previo a las elecciones del 17 de febrero de 2013.
26. Latouche, S. (2006) Le pari de la décroissance. Editora Fayard.
27. Lavinas, L. (2015) América Latina: Mínimos monetários em lugar da proteção social In: Revista Política Social e Desenvolvimento #8, Desigualdade e proteção social na América Latina.
28. Lima, M. T. (2014) Elas dizem não! mulheres camponesas e oposição as agrobiotecnologias no Brasil e Argentina. Tese de Doutorado apresentada ao programa de Política Científica e Tecnológica, Unicamp.
29. Loske, R. (2011) Abschied vom Wachstumszwang. Basiliken-Press

30. Loske, R. (2012) *Wie weit mir der Wachstumsfrage?* Basilisken-Presse
31. Löwy, M. (2011) *Ecosocialismo: la alternativa radical a la catástrofe ecológica capitalista*. Buenos Aires, Argentina. Editorial el colectivo.
32. Martínez Luna, J. (2003). "Desarrollo comunalitario" en Comunalidad y desarrollo. México, CONACULTA y Campo.
33. Marx, K. (2004) *Miséria da Filosofia*. Ícone Editora.
34. Morales, E. (2011) Prologo In: Farah, I.; Vasapollo, L. (org.) (2011) *Vivir bien: ¿Paradigma no capitalista?* Plural Editores, La Paz
35. Oliveira, A. L. M. (2013) *Regulação estatal das relações de trabalho no capitalismo contemporâneo: uma crítica ao discurso da flexibilização e desregulamentação*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Economia da Unicamp para obtenção do título de mestre em desenvolvimento econômico – Área de concentração: Economia Social e do Trabalho.
36. Pereira, J. M. M. (2010). "O Banco Mundial e a construção político-intelectual do 'combate à pobreza'". *Topoi* (Rio de Janeiro).
37. Polanyi, K. (1980). *A grande transformação: as origens da nossa época*. Editora Campus, Rio de Janeiro
38. Porto-Gonçalves, C. W. (2006). *A Reinvenção dos Territórios: a experiência latino-americana e caribenha* In: *Los desafíos de las emancipaciones em um contexto militarizado*. Ceceña, A. E. CLACSO, Buenos Aires, Argentina.
39. Ribeiro, G. (2007) *Poder, Redes e Ideología en el campo del desarrollo*. *Tabula Rasa, enero-junio, numero 006*. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Bogotá, Colombia.
40. Ricardo, D. (2004) *The Principles of Political Economy and Taxation*. Dover Publications
41. Rosset, P. M.-, M. E. Martinez-Torres (2012). *Rural Social Movements and Agroecology: Context, Theory, and Process*. *Ecology and Society* 17(3): 17. <http://dx.doi.org/10.5751/ES---05000---170317>
42. Silva, J. C. A. L. (2013) *Revisão empírica da tese de Prebisch-Singer no período pós-Bretton Woods*. Dissertação de mestrado do programa em economia da UFRJ. Recuperado de: http://www.ie.ufrj.br/images/pos-graduacao/ppge/Dissertao_Julio_Castro_Alves.pdf
43. Stedile, J. P. (2010) *Reflexões sobre as tendências do capital na agricultura e os desafios do Movimento Camponês da América Latina*. Coletânea de textos para o curso de teoria latino-americana. UFJF.
44. Svampa, M. (2008) *Cambio de época. Movimientos sociales y poder político*. Siglo XXI Editores, CLACSO Coediciones, Buenos Aires.
45. Veríssimo, M. P., Xavier, C. L. & Vieira, F. V. (2012) *Taxa de Câmbio e Preços de Commodities: Uma Investigação sobre a Hipótese da Doença Holandesa no Brasil* *Economia, Brasília(DF)*, v.13, n.1, p.93–130, jan/abr 2012
46. Zemelman, H. (2007) *De la historia a la política: La experiencia de América Latina*. Biblioteca América Latina: actualidad y perspectivas. Siglo XXI editores.

Tecnologias usadas no Brasil para a recuperação de sementes crioulas

Technologies used in Brazil for the recovery of native seeds

Tecnologías utilizadas en Brasil para la recuperación de semillas nativas

Oscar Emerson Zúñiga Mosquera

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente,
Doutorando em Educação - UFPE, Brasil.
Pesquisador no Grupo Sistemas Agroalimentares e Educação
na Ruralidade SAER – IFPE

oscar.emersonzuniga@ufpe.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo caracterizar os processos de implantação e gestão de tecnologias para a conservação local das sementes crioulas. As sementes crioulas representam uma importante alternativa para agricultores, visto que resultam de um processo longo de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, também são importantes para os consumidores, pois é garantia de biossegurança e segurança alimentar. O uso das sementes crioulas vem sendo fortalecidas pelos movimentos e instituições vinculados à agroecologia, assim como as famílias de agricultores, que ao longo dos tempos vem conservando-as, com diferentes tecnologias; estas ações tem o propósito de expandir as sementes crioulas e variedades aos camponeses promovendo práticas de autonomia e resistência ante o avanço dos transgênicos.

Palavras-chaves: Agroecologia, Brasil, Sementes Crioulas, Agricultura Familiar.

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar los procesos de implementación y administración de las tecnologías para la conservación local de las semillas nativas. Las semillas nativas representan una alternativa importante para los agricultores, pues son el resultado de un largo proceso de adaptación a diferentes condiciones ambientales, además son esenciales para los consumidores toda vez que son una garantía de la bioseguridad y seguridad alimentaria. El uso de semillas nativas se ha reforzado con los movimientos y las instituciones vinculados a la agroecología, así como con las familias de los agricultores, que en los últimos años las han estado conservando a través de diferentes tecnologías; estas acciones tienen el objetivo de extender las semillas nativas y variedades locales a los agricultores promoviendo prácticas de la autonomía y la resistencia al avance de los transgénicos.

Palabras clave: agroecología, Brasil, semillas nativas, agricultura familiar

Abstract

This research had as an objective to characterize implementation and administration processes of technologies for the local conservation of native seeds. The native seeds represent an important alternative for agriculturalists, because they are the result of a long adaptation process to different environmental conditions, besides they are essential for consumers every time they represent a guarantee

for biosecurity and nourishment security. The use of native seeds has been reinforced with movement and institutions linked to agroecology, as well as with agriculturalists' families that have been preserving them for the last few years, through different technologies; these actions have the objective of extend native seeds and other local varieties to local agriculturalists promoting autonomy practices resistance to transgenic advance.

Key-words: agroecology, Brazil, native seeds, family agriculture

Introdução

As sementes crioulas ou tradicionais cumprem um importante papel na vida econômica, cultural e política das comunidades. Sua importância se manifesta pelos diferentes nomes com os quais as populações rurais têm batizadas: da Paixão, da Resistência, da Fartura, da Gente (Petersen *et al.*, 2013). No contexto da agroecologia e da agricultura familiar as sementes crioulas apresentam sua maior relevância. Destarte, na atualidade, as sementes crioulas são base da agroecologia e da agricultura familiar que concretizam a soberania alimentar, no caso da primeira, e a segurança alimentar, na segunda (Ferment, 2009; De Sousa *et al.*, 2013).

Dentro das práticas de assessoramento técnico para o fortalecimento social e político da agricultura familiar, as sementes crioulas são usadas como resgate dos símbolos e signos culturais (Ghizelini, 2007), como uma ação de confronto direto com as grandes empresas produtoras de sementes da revolução verde (Pinheiro, 2007) ou como forma de resistência camponesa (Pereira & Dal Soglio, 2013; Do Nascimento, Ehrich & Moreira, 2012). Esta forma de resistência se concretiza em propostas como o Banco de Sementes Comunitárias

estudado por Do Nascimento, Ehrich & Moreira (2012) no Assentamento Três Irmãos na Paraíba. Esta experiência de armazenamento comunitário de sementes data de 1992 e foi trazida do Ceará por um camponês do Assentamento. Também se reporta a importância deste tipo de sementes no combate à erosão genética causada pelas transnacionais de sementes (Londres, 2014).

Procedimentos metodológicos

Neste trabalho, analisam-se as práticas de conservação das sementes crioulas. Para tal fim se realizou uma pesquisa bibliográfica (Creswell, 2010) a partir das consultas de dados secundários nas bases de dados, obtendo um estudo de natureza exploratório onde os dados foram analisados de forma qualitativa com base na análise documental que busca antes de tudo a compreensão do fenômeno e não sua quantificação. (Lakatos & Marconi, 2007). A revisão de literatura se organizou pelos estudos realizados nas diferentes regiões que se divide o Brasil: Norte-Nordeste, Sul-Sudeste e Centro-Oeste.

Resultados

Situação das sementes crioulas no Norte e Nordeste

Santos *et al.* (2012) descreveram as estratégias adotadas para conservação de sementes crioulas por parte da Rede de Bancos de Sementes Comunitários da Paraíba. Dentre as estratégias identificadas pelos pesquisadores se encontram: implantação de ensaios comparativos de variedades crioulas e convencionais; estabelecimento de campos de multiplicação de sementes crioulas; capacitação de agricultores em seleção massal; e ensaios para avaliação de metodologias para conservação e armazenamento de sementes. A metodologia utilizada foi realização de visitas técnicas e de entrevistas à Rede de Bancos de Sementes na Borborema que abrange os municípios de Queimadas, Massaranduba, Alagoa Nova, Matinhas, Lagoa Seca, São Sebastião de Lagoa de Roça, Esperança, Remígio, Areial, Montadas, Arara, Casserengue, Algodão de Jandaíra e Solânea. A partir destas formas de melhorar a conservação, os pesquisadores concluíram que as sementes da paixão são tão boas ou melhores que as comerciais.

O campo de multiplicação de sementes é uma das estratégias usadas para fortalecer a autonomia dos agricultores. Levando em consideração essa importância, Silva *et al.* (2011) diagnosticaram e avaliaram a instalação de um Campo de Multiplicação de Sementes Crioulas na Paraíba. Para tal fim, uso-se uma variedade de milho branco, identificada com risco de desaparecer da região, a qual foi semeada num Campo de Multiplicação e produção de Sementes Crioulas, no município de Bananeiras (PB); foram utilizados três tipos de manejo agrônomico: 1) cultivo de milho solteiro no espaçamento de 100cmx100cm, 2) consorciado e, 3) cultivo de milho solteiro no espaçamento de 100x40cm. O material coletado foi avaliado e aprovado pelos agricultores, permitindo assim sua multiplicação.

Com o fim de avaliar participativamente as características de variedades tradicionais de milho, produzidas nos Bancos de Sementes no Estado da Paraíba, Silva *et al.* (2011) elaboraram um projeto de pesquisa participativa em parceria com a Rede de Sementes da Articulação no Semiárido Paraibano e a EMBRAPA. O Projeto realizou ensaios comparativos de variedades crioulas usadas pelas comunidades agrícolas assentadas nos municípios Remígio, Casserengue e Matinhas; as variáveis estudadas foram: 1) qualidade das espigas e dos grãos, 2) sanidade e a altura das plantas, 3) quantidade de palha das plantas, 4) período do florescimento, 5) período da colheita e, 6) plantas acamadas e quebradas. Os resultados foram descritos pelos pesquisadores como sendo as variedades crioulas com melhor desempenho que as comerciais.

Os Bancos de Sementes Familiares e Comunitários são usados para a preservação da biodiversidade conforme foi constatado por Araújo e outros pesquisadores, a partir da avaliação participativa de variedades crioulas de milho com agricultores dos municípios de Cariri, Seridó e Curimatá na Paraíba (Araújo *et al.*, 2011). O estudo avaliou dez variedades de milho crioulo e duas de sementes comerciais consorciados com feijão macassar (espaçamento 0,50m x 1,0 m, numa parcela com três fileiras de 5,5 m de comprimento), para um total de 48 plantas; o delineamento foi de blocos ao acaso de três repetições. A avaliação qualitativa foi feita em campo com agricultores, pesquisadores e estudantes, aos quais se deu doze fichas com os seguintes parâmetros: 1) qualidade da espiga (tamanho e enchimento); empalhamento da espiga; 2) produção de palha (considerando o pé como um todo) e; 3) quantidade de espigas por pé; para cada parâmetro os avaliadores podiam dar uma nota da seguinte forma: 1) Fraco, 2) Médio, 3) Bom e 4) Ótimo. A avaliação qualitativa foi feita coletando seis plantas da linha central, levando em consideração os seguintes parâmetros: peso das plantas e das espigas com palha e sem palha, o peso dos grãos e o peso dos sabugos.

Dentro dos resultados destacados na pesquisa está a aprovação por parte dos agricultores da metodologia da avaliação participativa; as variedades com resposta qualitativa significativa para as variáveis estudadas foram a Sabugo Fino e Aracaju.

Barbosa *et al.* (2011) implantaram um Banco de Germoplasma e um Campo de Multiplicação e Produção de Sementes como estratégia para o resgate e multiplicação das sementes crioulas no Estado da Paraíba. Em parceria com ONGs locais, o sindicato da Borborema e a EMBRAPA, a equipe do programa de extensão PROBEX/UFPB deu início à coleta de informação no ano 2010. Inicialmente foram realizadas reuniões de resgate, mapeamento e planejamento participativo com as comunidades localizadas na área de abrangência do projeto; se definiram os bancos e agricultores guardiões de sementes crioulas, as quais foram identificadas e classificadas. O material resgatado e multiplicado foi o milho branco e o hibra doado por uma agricultora familiar; além disso, o estudo apresenta como resultado positivo o armazenamento de 100 litros de sementes em garrafas PET e a doação de 30 litros de milho branco aos agricultores da Paraíba. Atualmente, o Banco e o Campo de sementes contam com 139 acessos.

Na Paraíba, organizações da sociedade civil participam ativamente no resgate das sementes crioulas ou da Paixão. Esta experiência é descrita por Araújo *et al.* (2013a) no artigo sobre os guardiões e guardiãs da agrobiodiversidade nos municípios de Cariri, Curimataú e Seridó. Desde o ano 2009 as organizações que conformam o Coletivo Regional das Organizações da Agricultura Familiar do Cariri, Curimataú e Seridó Paraibano (COLETIVO) iniciaram as chamadas Missões das Sementes, um processo de identificação e mapeamento dos guardiões de sementes, identificando inicialmente 47 guardiões, já em 2010 foram identificados 107 guardiões e 138 genótipos de sementes crioulas e raças de animais. Num estudo realizado sob a mesma área, Araújo e outra equipe de pesquisadores (2013b) avaliaram a sanidade de sementes crioulas de milho armazenadas em garrafas PET por agricultores familiares. O experimento se realizou no Laboratório de Microbiologia no Centro de Ciências Agrárias e Ambiental (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), onde foram avaliadas a germinação e a incidência de patógenos em sementes armazenadas por 24 meses *in situ*. Os resultados apresentam que o tipo de armazenamento com garrafas tipo PET tem uma incidência de patógenos em todas as sementes crioulas, assim como efeitos sob a germinação. Esta informação é apresentada nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Teor de umidade e germinação de sementes crioulas armazenadas por 24 meses em garrafa PET, em ambiente não controlado.

Variedades	Teor de umidade nas sementes %	Germinação %
Pontinha	13,18	87
Branco	11,80	10
Sabugo fino	14,21	3
Roxo	12,18	84
Adelaide	12,156	95
Aracaju	12,25	22
Grande Safra	12,20	6
Teti	12,09	85
Jaboatão	14,07	0

Sementes procedentes de comunidades rurais da região do Cariri, Seridó e Curimataú Paraibano.

Tabela 2. Porcentagem de incidência fungica em sementes crioulas armazenadas por 24 meses em garrafas PET, em ambiente não controlado.

Variedades	<i>Aspergillus sp.</i> %	<i>Penicillium sp.</i> %	<i>Fusarium sp.</i> %	<i>Rhizophus sp.</i> %
Pontinha	61	60	11	1
Branco	36	58	5	18
Sabugo fino	24	71	26	3
Roxo	42	59	9	5
Adelaide	20	82	16	8
Aracaju	34	68	14	2
Grande Safra	73	70	18	10
Teti	44	87	8	15
Jaboatão	46	76	6	0

Sementes procedentes de comunidades rurais da região do Cariri, Seridó e Curimataú Paraibano.

Vasconcelos & Mata (2011) caracterizaram o processo de implantação e gestão de casas de sementes comunitária, assim como quantificar o impacto das casas na conservação das sementes crioulas no nordeste do Ceará. Para tal fim, foram realizadas visitas, aplicados questionários e entrevistas às pessoas vinculadas às casas de sementes. Os municípios alvo da pesquisa foram Santana do Acaraú, Santa Quitéria, Massapê, Frecheirinha, Forquilha, Bela Cruz e Sobral na região Noroeste do Estado do Ceará. Segundo os dados levantados pela pesquisa, na região existem 639 pessoas vinculadas à casa de sementes; existem em total 29 casa de sementes distribuídas assim: Sobral com 4 casas, Santana do Acaraú 7, Santa Quitéria 1, Massapê 12, Frecheirinha 1, Forquilha1 e Bela Cruz 3. Apesar da importância deste estudo, os resultados não indicam quais foram as sementes encontradas nas casas, nem as estratégias de conservação.

Peñaloza *et al.* (2012), no contexto, da “Expedição Bahia” coletaram variedades de feijão,

caupi e fava, acrescentando assim os Bancos de Germoplasma de essas espécies. Os municípios do percorrido foram: Petrolina, em Pernambuco, e Juazeiro, Paulo Afonso, Jeremoabo, Heliópolis e Euclides da Cunha, na Bahia. Para tal fim foram coletados, durante cinco dias, 93 acessos de germoplasma de feijão, feijão de corda e fava as quais eram utilizados pelos agricultores locais para consumo e troca de sementes. Foram coletados 29 germoplasmas de *Vigna unguiculata*, 50 de *Phaseolus vulgaris* e 14 de *Phaseolus lunatus*. O estudo evidenciou uma grande perda de variabilidade correlacionada com uma mudança na distribuição das chuvas na região, com o qual tem se reduzido consideravelmente a precipitação na região da pesquisa; também se evidenciou a preferência dos consumidores locais pelas variedades nativas, do qual os pesquisadores concluíram a necessidade de melhorar as técnicas de conservação dos materiais de interesse.

Situação das sementes crioulas no Sul e Sudeste

Pelwing, Frank & Barros (2008), realizaram um estudo etnográfico no Rio Grande do Sul para estabelecer o estado da arte das sementes crioulas. Os dados coletados em treze propriedades de municípios localizados nas regiões da Grande Porto Alegre, Serra, Planalto Médio, Depressão Central e Serra e do Sudeste, apresentam uma grande diversidade de plantas ancestrais, mantidas através de bancos de sementes; no total foram identificadas 258 plantas crioulas, agrupadas em doze famílias, entre as que destacam: *fabaceae*, *cucurbitaceae* e *solanaceae*.

Carpentieri-Pípolo, *et al.* (2010) avaliaram a produtividade das variedades de milho crioulo visando sua utilização como sementes pelos próprios produtores no Estado de Paraná. Para tal fim usaram 15 variedades de milho crioulo comparando-os com cultivares comerciais BR 106 e IPR 114. Os resultados conseguiram identificar quatro variedades recomendadas para duas localidades, a P-16 e P-10 para Imbaú e P-16 e P-17 para a localidade de Arapongas.

Priori *et al.* (2012) avaliaram a variabilidade genética entre e dentro de variedades crioulas de *Cucurbita pepo* cultivadas no Rio Grande do Sul, utilizando marcadores microssatélites. A *Cucurbita pepo* faz parte das cinco espécies de abóboras domesticadas, apresentando maior variabilidade nas características de fruto como a cor, o formato e tamanho. Para tal fim, foram utilizados dez acessos de variedades crioulas de *C. pepo*, do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas da Embrapa Clima Temperado, os quais apresentam variedade de formas nos frutos, cores e texturas da casca. O DNA genômico foi extraído individualmente de cinco plantas de cada acesso. Utilizando marcadores e microssatélites, foram analisados 34 locos nos quais se identificaram 100 alelos (variação de um a cinco alelos por loco). Os resultados apresentaram que, dos *locus* analisados

85,3% foram polimórficos, evidenciando a variabilidade genética entre os acessos; enquanto a análise molecular da variância mostrou que 45,39% da variabilidade genética é atribuída à variação dentro dos acessos e 54,60% a diferenças entre acessos. Assim, apesar de haver variabilidade genética dentro dos acessos, a maior proporção da variabilidade em *C. pepo* encontra-se distribuída entre as diferentes variedades crioulas.

Ribeiro *et al.* (2008) avaliaram o valor nutricional e o potencial de uso agrícola de cultivares crioulas de feijão em Santa Maria (RS), utilizando 32 cultivares crioulas de feijão e quatro cultivares desenvolvidas pela pesquisa; foram testados os rendimentos rendimento de grãos, a coloração do tegumento dos grãos e o ciclo de produção. Os resultados identificaram cultivares crioulas com elevado potencial de rendimento de grãos, com coloração de tegumento de grãos adequada para os diferentes grupos comerciais, com precocidade e teor elevado de fibra alimentar. Destarte, as cultivares crioulas “21 INT-ps 1”, “9 BR-ps 5”, “9 BR-ps 15”, “9 BR-ps 13”, “9 BR-ps 7”, “38 MO M-ps 11” e “36 BR MP-ps 14”, foram classificadas como promissoras para uso em programas de melhoramento genético devido ao elevado potencial de uso agrícola (Dalfollo, 2008).

Coelho *et al.* (2010) caracterizaram a diversidade de genótipos crioulos de feijão em dois anos de cultivo quanto às características morfoagronômicas no município de Lages (SC). Foram usados 24 genótipos nas safras de 2006/2007 e 2007/2008. Entre as 12 características avaliadas, o peso de 100 sementes foi o caráter que apresentou maior contribuição na separação dos genótipos, seguido pelo comprimento da vagem. Os resultados apresentaram que os genótipos BAF 3, BAF 37, BAF 42, BAF 55, BAF 57 e BAF 75 apresentaram elevados níveis de produtividade (acima de 4.000 Kg ha⁻¹) nos dois anos de cultivo; os pesquisadores concluíram que os materiais com melhores níveis de produtividade podem ser incorporados aos programas de melhoramento da cultura ou indicados para os agricultores.

Delwing, Franke & Barros (2007) avaliaram a qualidade de sementes de seis acessos de melões crioulos (*Cucumis melo* L.), usadas pelos agricultores no Rio Grande do Sul. As características avaliadas foram: a) coloração e dimensão através da determinação do peso de mil sementes, b) germinação, c) primeira contagem de germinação, d) índice de velocidade de germinação, e) peso seco das plântulas, f) tamanho das plântulas e g) envelhecimento acelerado e sanidade. Os resultados apresentaram um bom índice de germinação (mais de 80%), variações significativas na coloração e dimensões e não apresentaram a presença de vírus ou bactérias, no entanto foram observadas a presença de três fungos: *Phoma* sp., *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp.

Ferreira, Moreira & Hidalgo (2008) avaliaram o potencial genético individual e em cruzamentos de populações crioulas, além de identificar materiais para a seleção intrapopulacional e a síntese de compostos nas cidades de Palmeira e Londrina, Paraná. Para tal fim, foram avaliadas 31 populações, 31 cruzamentos top-crosses intragrupo e dois híbridos coletadas na safra 2000/01. Os resultados apresentaram comportamento diferenciado nos locais, no entanto os cultivares BR 106, Cabo Roxo, Palha Roxa, Ouro Verde e Comum Antigo x Sabugo Fino tiveram o melhor comportamento quanto à produtividade para ambas as cidades. O efeito de heterose media foram significativos para produtividade, altura de planta, posição relativa da espiga e porcentagem de acamamento (sem interação com locais), em quanto nas estimativas de capacidade geral de combinação para produtividade os cultivares Palha Roxa, Milho Sem Nome, Pintado e Comum Antigo x Sabugo Fino apresentaram os melhores resultados.

Reiniger *et al* (2011) realizaram atividades de extensão, ensino e pesquisa com vista a classificar sementes crioulas segundo o local, tradições e tempo de cultivo, assim como a caracterização morfoagronômica. As atividades foram realizadas no município de Ibarama (RS) por uma equipe constituída pela Associação de Guardiões de Sementes Crioulas, extensionistas da EMATER e a Universidade Federal de Santa Maria. A metodologia usada foi a realização de reuniões com os guardiões, entrevistas semi-estruturadas e implantação de três Unidades Experimentais Demonstrativas nas unidades de produção familiar. Os resultados obtidos foram o levantamento de etnoconhecimentos ligados aos cultivares crioulos; caracterização morfoagronômica e monitoramento e identificação de fitopatogênicos e de insetos praga.

Muniz *et al.* (2011) avaliaram a influência do tamanho das sementes de milho crioulo no seu potencial fisiológico. Para isso, foram utilizadas doze cultivares de milho às quais se aplicaram vários testes: vigor, porcentagem de germinação e comprimento total de plântulas; as sementes foram dadas pela Associação de Guardiões de Sementes de Milho Crioulo de Ibarama, Rio Grande do Sul (RS). As sementes se classificaram como pequenas (até 9,9 mm de comprimento), médias (11,0 mm) e grandes (maior a 11,0 mm). Os resultados apresentam uma maior germinação nas sementes pequenas, enquanto as sementes médias apresentam maior vigor e comprimento das plântulas. A sistematização dos dados se apresenta na Tabela 3.

Tabela 3. Cultivares de milho e suas caracterizas encontradas da região de Rio Grande do Sul (RS).

Categoria	Cultivar	Germinação %	Vigor %	Comprimento de plântula (cm)
Pequenas (9,1 a 9,9 mm)	Amarelão	94,5	15,5	16,57
	Sertanejo	93,5	33,5	18,68
	Ferro	96	28	20,73
Média		94,67	25,67	18,66
Médias (9,9 a 11,0 mm)	Brancao	81,5	26,5	13,90
	Cunha	96,5	30,5	72,38
	Cinquentinha	93	33,5	19,07
	Mato Grosso	80,5	21,5	15,51
	Palha Roxa	95	17	21,40
Média		89,3	25,8	28,45
Grandes (11,0 a 11,8 mm)	Pintado	94,5	31,5	21,18
	Oito Carreiras	75	23,5	16,56
	Cateto Amarelo	96	25,5	17,63
	Bico de ouro	42	17,5	10,12
Média		76,9	24,5	16,4

Muniz et al. (2011).

Sob a ótica da preservação de sementes crioulas, Muniz *et al.* (2011) testaram formas alternativas de tratamento e armazenagem para o caso de milho cultivado no município de Ibarama (RS). Para este experimento se usou sementes de três variedades crioulas de milho conhecidas como das variedades Brancão, Cunha e Cinquentinha, posteriormente tratadas com terra de diatomácea (Keep-dry®) e armazenadas em garrafas PET durante

três meses. O teste avaliou a qualidade fisiológica (germinação) das sementes aos quatro e sete dias Vs testemunha sem tratamento; os dados foram analisados por variância e as médias testadas com Tukey (5%). Os resultados apresentados demonstram efeito negativo para a germinação das variedades Brancão e Cinquentinha, enquanto para a variedade Cunha o efeito foi positivo. Os resultados do teste se apresentam na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados do teste de germinação em sementes de variedades de milho crioulo tratadas com Terra de Diatomáceas.

Cultivares	Tratamento	PN (%)**		PA (%)		SM (%)	
		Tempo zero	3 meses	Tempo zero	3 meses	Tempo zero	3 meses
Branção	Testemunha	84 a*A	81 bA	11 aB	5 bB	2 aB	0 bB
	Diatomácea	75 aB	61 bB	16 bA	18 bB	7 bA	8 aA
Cinquentinha	Testemunha	87 aA	81 bA	9 aA	8 bB	5 aA	2 bB
	Diatomácea	87 aA	75 bB	6 aB	12 bA	4 bB	7 aA
Cunha	Testemunha	97 bA	98 aA	1 aB	1 aB	3 aB	1 aB
	Diatomácea	77 bB	91 aB	18 aA	5 bA	4 aA	4 aA

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** PN – plântulas normais; PA – plântulas anormais; SM – sementes mortas.

Nerling *et al.* (2013) descreveram a experiência dos agricultores do município de Anchieta (SC) organizados no Movimento de Pequenos Agricultores –MPA, na conservação e multiplicação das sementes crioulas. Dentro das estratégias usadas pelos agricultores estão a conformação de uma rede de guardiões, a multiplicação de sementes crioulas a escala comercial e o desenvolvimento de pesquisas com universidades. Os avanços alcançados pelo MPA durante o quinquênio 2007-2012 permitiram integrar 1.300 famílias às atividades de multiplicação de sementes e 4.985 às de milho, feijão e pastagens.

No município de Horizonte Novo (SC), Burg *et al.* (2013) avaliaram as possíveis ameaças na conservação *on farm* de sementes crioulas de milho por meio da Análise de Quatro Células (APQC) que foca na relação entre variedades de sementes e famílias cultivadoras das sementes. Foram realizadas entrevistas estruturadas em 417 famílias de 21 comunidades para determinar o censo da

diversidade das Variedades Crioulas de Milho Comum (VCMC), assim como construída uma matriz com quatro quadrantes: 1) VCMC cultivadas em grandes áreas por muitas famílias; 2) VCMC cultivadas em grandes áreas por poucas famílias; 3) VCMC cultivadas em pequenas áreas por muitas famílias e; 4) VCMC cultivadas em pequenas áreas e por poucas famílias; os parâmetros de classificação da informação foram: 1) quantidade de famílias que cultivam a mesma VCMC (muitas ≥ 3 e poucas ≤ 3) e 2) tamanho da área de cultivo (pequena $\leq 0,4$ ha e grande $\geq 0,4$ ha). Os resultados obtidos apresentaram que, das 417 famílias, 72 cultivam VCMC; as variedades mais ameaçadas são aquelas cultivadas por poucos agricultores em áreas pequenas, enquanto as que apresentam menos risco de erosão genética são aquelas cultivadas por muitas famílias em áreas extensas. O estudo permitiu, assim, identificar as variedades alvo de resgate para preservar sua existência na região. Os dados obtidos são apresentados na Figura 1.

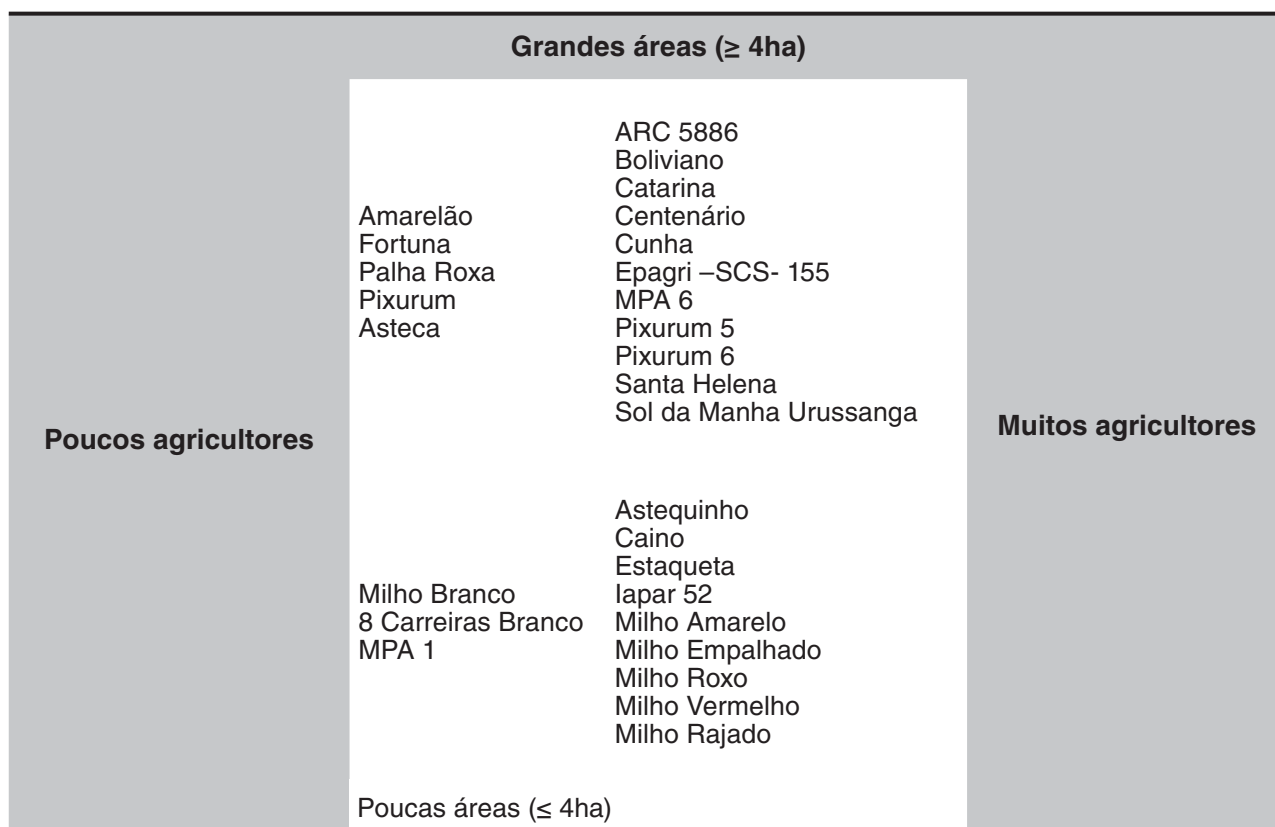


Figura 1. Análise de quatro células (AQC) aplicada ao diagnóstico da riqueza e abundância da diversidade de variedades crioulas de milho comum (VCMC) de Novo Horizonte – SC. Safra 2011/2012.

Fonte: Burg et al. (2013).

Na terra indígena Guarita, no Rio Grande do Sul, Feijao et al (2013) identificaram as variedades de sementes crioulas utilizadas pelos indígenas da região. Diferentemente do que acontece em outros estudos sobre bancos de sementes, os pesquisadores encontraram que a preservação e a armazenagem das sementes se realizam no seu contexto natural, vinculadas a práticas de conhecimento tradicional. Através de questionário semi-estruturado, foram pesquisadas 12 famílias indígenas de guardiões de sementes crioulas nos municípios de Tenente Portela (RS), apoiados em leitura de paisagem da região, um inventário da agrobiodiversidade. Os resultados apresentam a existência de doze cultivares de feijão e oito de milho, além de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), batata-doce (*Ipomoea batatas* L. (Lam.)), abóbora (*Cucurbita pepo* L.) e moranga (*Cucurbita máxima* Duchesne).

Franco, Corlett & Schiavon (2013), objetivaram pesquisar a percepção dos agricultores quanto às dificuldades para a produção e conservação de sementes crioulas. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com agricultores familiares dos municípios de Pelotas e Capão do Leão (RS), no período entre janeiro e março de 2013. Os resultados obtidos apresentam como principais dificuldades dos produtores de sementes crioulas a falta de divulgação da qualidade e potencial nutricional das sementes (43%), a existência de poucas feiras de trocas (28,5%), a dificuldade de encontrar sementes “puras” (14,3%) e a menor produtividade das sementes crioulas (14,3%).

Em Santa Catarina, objetivando avaliar a qualidade fisiológica das sementes crioulas e comercial de feijão, Pessenti et al. (2013) utilizaram as sementes produzidas durante a safra 2011/2012 no sistema convencional e no orgânico. Foram usadas quatro

cultivares de feijão crioulo (BAF 13, 42, 55 e 97) e uma classificada como comercial (BAF 115) num delineamento experimental inteiramente casualizado, comparadas por teste de Tukey (5%); o experimento foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade do Estado de Santa Catarina, onde depois de cinco dias de semeadura se mediu percentagem média de plântulas normais e o comprimento de 20 plântulas escolhidas ao acaso, por último se determinou a condutividade elétrica utilizando 50 sementes. Os resultados apresentaram diferenças estatísticas no porcentual de germinação entre os dois tratamentos, os cultivares BAF 97 e BAF 55 tiveram maior vigor e comprimento quanto ao comprimento de plântula.

As sementes da paixão têm papel destacado nos assentamentos de Reforma Agrária, tal como foi discutido por Gomes & Silva (2013). Os pesquisadores visaram compreender o conhecimento adquirido no uso de sementes crioulas como resistência à agricultura comercial. Assim, os pesquisadores discutiram a prática dos camponeses do assentamento 26 de Março no município de Marabá (PA) em relação às sementes crioulas, destacando as sementes mais importantes para estes produtores e o conhecimento produzido pelo uso das mesmas durante várias gerações. Para tal fim, os pesquisadores realizaram entrevistas semi-estruturadas a sete informantes do Assentamento com as seguintes questões norteadoras: 1) culturas na qual são utilizadas sementes crioulas, 2) cultura de maior importância no lote, 3) quem passou o conhecimento sobre o uso da semente e, 4) como é feito o armazenamento das sementes. Os resultados apresentaram que as culturas mais importantes são arroz, milho e feijão, sendo o conhecimento transmitido principalmente pelos pais; o armazenamento é feito em paiol de arroz, garrafas plásticas e tambores de plástico.

A mostra e troca de sementes crioulas é uma atividade realizada anualmente pela Emater /RS-Ascar de Santo Ângelo. Minetto (2013) descreve o surgimento destas práticas desde há doze anos no município, como uma atividade que nasceu da mesma tradição dos camponeses de preservar

suas sementes para autoconsumo e que se encontraram pela primeira vez na festividade conhecida como Torneio Sol a Sol. Ao evento assiste em torno de 600 pessoas que trocam sementes informalmente, mantendo assim a diversidade e segurança alimentar.

Situação das sementes crioulas no Centro-oeste

Tozzo & Peske, (2008) avaliaram a qualidade de sementes de soja no Centro-oeste do Brasil. O estudo comparou as sementes utilizadas produzidas e armazenadas por uma empresa produtora de sementes e as utilizadas pelos produtores familiares; de acordo com os resultados do estudo, as sementes comerciais que seguiram as recomendações técnicas para a produção de sementes apresentaram qualidade fisiológica superior, enquanto as outras sua qualidade se perde no armazenamento. O estudo é importante, pois apresenta a destaca o uso dos protocolos que devem seguir os produtores e a necessidade de pesquisa a ser realizada com tecnologias que se encaixem nas normas da produção agroecologia.

Mattar *et al.* (2011) coletaram sementes crioulas de feijão na região de Cruzeiro do Sul, no Estado do Acre. A estratégia para tal fim foi a visita a mercados locais e feiras livres nos municípios de Cruzeiro do Sul, Marechal Thaumaturgo, Porto Walter, Mâncio Lima e Rodrigues Alves. Nestes locais se identificou a origem dos produtores de feijão. Foram realizadas sete excursões para discutir com os produtores sobre o sistema de produção utilizado, assim como os cultivares plantados e sua origem, o armazenamento e comercialização do material. Os resultados apresentam que vinte e cinco cultivares de feijão foram coletados; também foram identificados três sistemas de produção: 1) sistema produtivo de terra firme com semeadura a lanço, 2) sistema produtivo de terra firme com semeadura em cova e 3) sistema produtivo de praia. Algumas das sementes foram coletadas para sua multiplicação e classificação por parte da equipe do projeto. A lista com os cultivares coletadas se apresenta na Tabela 5.

Tabela 5. Cultivares coletadas de sementes na região de Cruzeiro do Sul, no Estado do Acre.

Nome popular	Espécie	Sistema de produção	Local de coleta
Peruano amarelo porto	<i>Pv</i> *	T. F. Sem. a lanço	RESEX Alto Juruá e mercados
Peruano branco	<i>Pv</i>	T. F. Sem. a lanço	RESEX Alto Juruá e mercados
Mudubim de vara	<i>Pv</i>	T. F. Sem. a lanço	RESEX Alto Juruá e mercados
Mudubim de rama	<i>Vu</i> **	Praia	RESEX Alto Juruá e mercados
Manteguinha	<i>Vu</i>	Praia	RESEX Alto Juruá e mercados
Manteguinha Roxo	<i>Vu</i>	Praia	Mercados
Arigozinho, Arigó	<i>Vu</i>	Praia	RESEX Alto Juruá e mercados
Corujinha	<i>Vu</i>	Praia	RESEX Alto Juruá e mercados
Mineirinho, Roxo Mineiro	<i>Pv</i>	T. F. Sem. em cova	RESEX Alto Juruá e mercados
Enxofre	<i>Pv</i>	T. F. Sem. em cova	RESEX Alto Juruá e mercados
Carioca	<i>Pv</i>	T. F. Sem. em cova	RESEX Alto Juruá e mercados
Preto de Arranque	<i>Pv</i>	T. F. Sem. em cova	RESEX Alto Juruá e mercados
Preto de Praia	<i>Vu</i>	Praia	RESEX Alto Juruá e mercados
Branco de Praia	<i>Vu</i>	Praia	RESEX Alto Juruá e mercados
Barrigudinho Coquinho	<i>Vu</i>	Praia	RESEX Alto Juruá e mercados
Roxino de Praia	<i>Vu</i>	Praia	RESEX Alto Juruá e mercados
Quarentão	<i>Vu</i>	Praia	RESEX Alto Juruá e mercados
Gurgutuba Roxo	<i>Pv</i>	T. F. Sem. a lanço	RESEX Alto Juruá e mercados
Gurgutuba Marrom	<i>Pv</i>	T. F. Sem. a lanço	RESEX Alto Juruá e mercados
Gurgutuba Rajado	<i>Pv</i>	T. F. Sem. a lanço	RESEX Alto Juruá
Gurgutuba Amarelo	<i>Pv</i>	T. F. Sem. a lanço	RESEX Alto Juruá
Gurgutuba Preto	<i>Pv</i>	T. F. Sem. a lanço	RESEX Alto Juruá
Fava Rajado	<i>Pj</i> ***	T. F. Sem. em cova	Cruzeiro do Sul, comunidades badejo do meio
Nadirzinho, Alpistinho	<i>Va</i> ****	T. F. Sem. em cova	PAD Santa Luzia
Rosinha Pitoco	<i>Pv</i>	T. F. Sem. em cova	PAD Santa Luzia

Fonte: Mattar et al (2011).

Phaseolus vulgaris* L.; *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; *** *Phaseolus lunatus* L.;

**** *Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi.

Souza *et al.* (2011) descreveram a importância do sistema gerenciador de banco de sementes crioulas para facilitar a troca de sementes entre agricultores. A partir de várias experiências de troca de sementes foram resgatados materiais produtivos como: feijão comum, feijão caupi, gergelim, adubo verdes, milho e amendoim. O material resgatado foi classificado segundo nome popular, cor, forma, entre outras variáveis, para criar uma base de dados virtual que disponibilize a informação na internet. No total, foram resgatadas 31 variedades de milho, 19 de fava, 39 de feijão, 13 de gergelim, uma de girassol, uma de arroz e cinco variedades de amendoim.

Conclusão: perspectivas das sementes crioulas

Com base nas informações e discussões apresentadas ao longo deste documento se apresentam a continuação alguns pontos norteadores na pesquisa das sementes da paixão.

As perspectivas do uso de sementes crioulas apontam à necessidade da coexistência com as sementes produzidas pelas empresas, sejam variedades melhoradas ou transgênicas (Ferment, 2009). Segundo o autor, a “coexistência significa a possibilidade efetiva, para os agricultores, de escolherem entre o modo de produção convencional ou biológico, ou ainda a produção de culturas geneticamente modificadas no respeito das obrigações legais em matéria de rotulagem ou de normas de pureza” (Ferment, 2009: 15). Este conceito está regulamentando pelas resoluções 3, sobre o monitoramento, e a Resolução n 4 que estabelece a distância mínima entre cultivos. A outra possibilidade para as sementes crioulas é determinar territórios livres de transgênicos como “[...] estratégia de proteção de seu meio ambiente e paisagem, de sua cultura e patrimônio, de suas sementes e práticas agrícolas, e de seu desenvolvimento rural sustentável e futuro econômico.” (Ferment, 2009: 45). Este tipo de medidas é similar aos adotados por outros países como Portugal, Equador e Peru.

Em relação às perspectivas das sementes crioulas e os movimentos sociais e o Estado, Londres (2014) recomenda desburocratizar o uso e difusão das sementes da paixão no Brasil, especialmente as leis que proíbem a distribuição por órgãos do governo de sementes não certificadas.

Literatura citada

1. Araújo, S. L. *et al.* (2011). Avaliação participativa de variedades crioulas de milho com os agricultores familiares do Cariri Paraibano. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, n. 2, Dez 2011. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/11656/8541>.
2. Araújo, S. L. *et al.* (2013a). Guardiões e Guardiãs da Agrobiodiversidade nas regiões do Cariri, Curimataú e Seridó Paraibano. Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, No. 2, Nov 2013a.
3. Araújo, S. L. *et al.* (2013b). Sanidade de sementes crioulas de milho armazenadas por agricultores familiares na Paraíba. Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, No. 2, Nov 2013b.
4. Barbosa, L. O. *et al.* (2011). Resgate das sementes crioulas e estratégias para a manutenção da agrobiodiversidade no Estado da Paraíba. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, n. 2, Dez 2011. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/10662/7273>.
5. Burg, I. C. *et al.* (2013). Conservação on farm de variedades crioulas de milho em Novo Horizonte-SC: possíveis ameaças. In: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, n. 2, Nov 2013. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/15268/9170>.
6. Carpentieri-Pípolo, V. *et al.* (2010). Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. *Acta Scientiarum: Agronomy*, v. 32, n. 2, 2010.
7. Coelho, C. M. *et al.* (2010). Características morfoagronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1177-1186, 2010.
8. Creswell, J. (2010) “Mapping the developing landscape of mixed methods research”, in in Sage Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research, Tashakkori, A. and Teddlie, C. (Eds) 2010, Sage, California, pp 45-68.
9. Dalfollo, R. *et al.* (2008). Potencial de uso agrícola e nutricional de cultivares crioulas de feijão. *Ciencia Rural*, v. 38, n. 3, Maio-Junho.

10. De Sousa, L. M. *et al.* (2013). Alimentação escolar nas comunidades quilombolas: desafios e potencialidades. *Ciencia & Saude Coletiva*, v. 18, n. 4, Abril, 2013.
11. Delwing, A. B., Franke, L. B. & Barros, I. B. I. de (2007). Qualidade de sementes de acessos de melão crioulo (*Cucumis melo* L.). *Rev. bras. sementes*, Londrina, v. 29, n. 2, Agosto, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000200025>.
12. Do Nascimento, J. M., Ehrich, I. de O. & Moreira, E. (2012). Os bancos de sementes comunitários como uma experiência alternativa de resistência ao capital no campo. *OKARA: Geografia em debate*, v.6, n.2, p. 184-203.
13. Feijó, C. *et al.* (2013). O conhecimento tradicional em sementes crioulas: uma experiência vivenciada na Terra Indígena Guarita. In: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, n. 2, Nov 2013. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/viewFile/14376/9040>.
14. Ferment, G. (2009). Coexistência: o caso do milho. Brasília: MDA.
15. Ferreira, J. M., Moreira, R. M. P. & Hidalgo, J. A. F. (2009). Capacidade combinatória e heterose em populações de milho crioulo. *Ciência Rural*, v.39, n.2, pp. 332-339.
16. Franco, C. D., Corlett, F. M. F. & Schiavon, G. de A. (2013). Percepção de agricultores familiares sobre as dificuldades na produção e conservação de sementes crioulas. In: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/14428/9021>.
17. Ghizelini, A. M. (2007). O assessoramento técnico-organizativo como base para a organização social e política na agricultura familiar. In: ALFIO ET AL. Ruralidades e questões ambientais: estudo sobre estratégias, projetos e políticas. Brasília: MDA.
18. Gomes, M. S. F. & Silva, M. da S. (2013). Assentamento 26 de Março: Resgatando e Disseminando Sementes Crioulas. In: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, n. 2, Nov 2013. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/13873/9736>.
19. Lakatos, E. M. & Marconi, M. A. (2007). Fundamentos de metodologia científica. (2a. ed. rev. e ampl.). São Paulo: Atlas.
20. Londres, F. (2014). As sementes da paixão e as políticas de distribuição de sementes na Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA.
21. Mattar, E. P. L. *et al.* (2011). Resgate de sementes *crioulas* de feijões cultivados na Microrregião de Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, n. 2, Dez 2011. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/11012/7591>.
22. Minetto, M. C. (2013). Mostra e Troca de Sementes Crioulas em Santo Ângelo/RS. In: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, n. 2, Nov 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/OSCAR%20EMERSON/Downloads/14377-62156-1-PB.pdf](http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/14377-62156-1-PB.pdf).
23. Muniz, M. F. B. *et al.* (2011). Qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo tratadas com terra de diatomáceas submetidas ao armazenamento. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, n. 2, Dez 2011. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/11674/8069>.
24. Muniz, M. F. B. *et al.* (2011). Relação entre tamanho e potencial fisiológico de sementes de milho crioulo. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, n. 2, Dez 2011. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/11532/7877>.
25. Nerling, D. *et al.* (2013). Conservação e multiplicação de sementes crioulas e variedades pelos camponeses do Movimento dos Pequenos Agricultores de Santa Catarina. In: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, n. 2, Nov 2013. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/13655/9199>.
26. Pelwing, A. B., Frank, L. B. & Barros, I. B. (2008). Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. Brasília DF, v. 46, n. 2, Junho, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032008000200005>.
27. Peñaloza, A. D. P. de S. *et al.* (2012). Coleta de gemoplasma de leguminosas no Semi-Árido do Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/935867>.
28. Pereira, V. C. & Dal Soglio, F. K. (2013). As sementes crioulas e o conhecimento ecológico: semeado a resistência camponesa. In: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, n. 2, Nov 2013. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/13434/8924>.
29. Pessenti, I. L. *et al.* (2013). Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas em sistema orgânico ou convencional e armazenadas em condições controladas. In: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. *Cadernos de Agroecologia*, v. 8, n. 2, Nov 2013. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/13434/8924>.
30. Petersen, P. *et al.* (2013). Sementes ou grãos? Lutas para desconstrução de uma falsa dicotomia. In: *Revista Agriculturas: experiências em agroecologia*, v.10, n.1. Rio de Janeiro: AS-PTA, julho de 2013. p 36-46.
31. Pinheiro, S. R. G. (2007). Agricultor familiar e projeto agroecológico de vida. In: ALFIO et al. Ruralidades e questões ambientais: estudo sobre estratégias, projetos e políticas. Brasília: MDA.

32. Piori, D. *et al.* (2012). Caracterização molecular de variedades crioulas de abóboras com marcadores microsatélites. *Hortic. Bras.*, v. 30, n. 3, Setembro, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000300024>.
33. Reiniger, L. *et al.* (2011). Ações de extensão, ensino e pesquisa relacionadas às cultivares de milho crioulo realizadas pela Associação dos Guardiões de Sementes Crioulas de Ibarama – RS, EMATER e UFSM. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, n. 2, Dez 2011. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/11587/8434>.
34. Ribeiro, Nerinéia, Dalfollo *et al.* (2008). Potencial de uso agrícola e nutricional de cultivares crioulas de feijão. *Ciencia Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 3, June 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000300006&lng=en&nrm=iso>.
35. Santos, S. A. *et al.* (2012). Rede de bancos de sementes comunitários como estratégia para conservação da agrobiodiversidade no estado da paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/946247/1/1782.pdf>.
36. Silva, E. D. *et al.* (2011). Pesquisa participativa para avaliação e seleção das Sementes da Paixão junto às famílias agricultoras na Paraíba. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, n. 2, Dez 2011. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/11598/8041>.
37. Silva, M. J. *et al.* (2011). Campo de multiplicação de sementes crioulas: estratégia para autonomia de agricultores (as) no Estado da Paraíba, Brasil. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, No. 2, Dez 2011. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/11648/8062>.
38. Souza, I. E. *et al.* (2011). Sistema para gerenciamento banco de sementes crioulas. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, No. 2, Dez 2011. Disponível em: <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/11437/7924>.
39. Tozzo, G. A. & Peske, S. T. (2008). Morphological characterization of fruits, seeds and seedlings of pseudimma frutescens (*abl.*) Radlk. (*sapindaceae*). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, p.12-18.
40. Vasconcelos, J. M. G. & Mata, M. F. (2011). Casas de sementes comunitárias: estratégias de sustentabilidade alimentar e preservação da biodiversidade no semi-árido cearense. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, No. 2, Dez 2011. Disponível em <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/10619/7217>.

Análisis de riesgos en la salud de la población rural de la pampa argentina por uso de agroquímicos en cultivo de soja

Analysis of health risks of rural population Argentinean pampas due to the use of agrochemicals in soybean cultivation

Análise de risco sobre a saúde da população rural da pampa na Argentina pelo uso de agroquímicos na cultura da soja

Ada Graciela Nogar¹ & Brenda Ayelén Larsen²

¹Profesora de Geografía, Especialista en Desarrollo Rural, Magister en Estudios Sociales Agrarios, Doctora en Geografía. ²Licenciada en Diagnóstico y Gestión Ambiental

¹CESAL. Centro de Estudios Sociales de América Latina. ²CIC-Comisión de Investigaciones Científicas. Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales. ^{1,2}Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Campus Universitario. Tandil. Buenos Aires. Argentina.

¹nogargraciela02@gmail.com ²ayelen_larsen@hotmail.com

Resumen

Esta investigación considera los espacios rurales como resultantes de la internacionalización de capitales financieros, generalmente extra-agrarios, que no reparan en los efectos colaterales de los agrotóxicos, ni en el impacto de éstos en la salud, priorizando una visión utilitarista de crecimiento casi ilimitado. El objetivo de la investigación es desarrollar un análisis de riesgo en la salud de la población rural de la provincia de Santa Fe, Argentina, por el uso de agroquímicos en cultivo de soja transgénica. Se aplicó la metodología de riesgo entrecruzando la información de: superficie sembrada y porcentaje destinado a la soja en 2001/02 y 2010/11, volúmenes de agroquímicos más utilizados y de mayor impacto ambiental, registro de denuncias de afecciones en la salud de la población rural. Los agrupamientos resultantes expresan el riesgo en la salud por departamento

y posibilitan la comparación de los niveles obtenidos para las dos campañas analizadas agrupando los valores obtenidos en 7 rangos de clase a partir de la utilización de gráficos estadísticos de dispersión. Los análisis realizados muestran que existe una relación directa entre el aumento de la superficie sembrada y el incremento de los volúmenes de agroquímicos, se observa una disminución de la población rural en toda la provincia entre las campañas 2001/02 y 2010/11, la población rural de Caseros, Rosario, Iriondo y General López presentaron riesgo alto en la campaña 2001/02 y 2010/11 mientras que Rosario disminuyó al nivel medio-alto y San Jerónimo se incorporó al nivel alto.

Palabras clave: artificialización, deterioro, tecnología, transnacionalización, glifosato

Abstract

This research considers rural places as an internationalization of financial capitals resultant, generally extra-agricultural, that not repairs in the collateral effects of agro-toxics, not even in the health impact of those, prioritizing a utilitarian vision of growth almost limited. The objective of this research is to develop an analysis of health risks of rural population in the province of Santa Fe, Argentina, due to the use of agrochemicals in transgenic soya cultivation. The risk methodology was used crossing over the information of the area sown and the percentage allocated to soya in 2001/02 and in 2010/11, the volumes of the most used agrochemicals and of higher environmental impact, the register of health problems denunciations of rural population. The resultant groupings express the health risk by department and allow comparing the levels obtained for the two campaigns analyzed grouping the values obtained in 7 class ranges from the use of dispersion statistic graphics. The analysis made show that it exist a direct relation between the increase of the area sown and the increase if agrochemical volumes, a reduction of rural population in the whole province can be observed in the campaigns of 2001/02 and 2010/11, the rural population of Caseros, Rosario, Iriondo and General Lopez showed a high risk during the campaigns of 2001/02 and 2010/11 while Rosario reduced to a medium-high level and San Jerónimo was incorporated to a high level.

Key-words: artificialisation, damage, technology, transnationalisation, glyphosate

Resumo

Este trabalho de pesquisa considera as áreas rurais como resultado da internacionalização dos capitais financeiros, geralmente extra-agrícolas, que não percebem os efeitos colaterais dos agrotóxicos, nem o seu impacto na saúde, priorizando uma visão utilitarista de crescimento quase ilimitada. O objetivo do trabalho é desenvolver uma análise de risco sobre a saúde da população rural da província de Santa Fe Argentina, pelo uso de agroquímicos no cultivo de soja transgênica. Foi aplicada a Metodologia de Risco Cruzando. (Informações: a) Superfície plantada e percentagem com destino para soja em 2001/02 e 2010/11, b) volumes de agroquímicos mais usados e de maior impacto ambiental, c) o registro de queixas de condições sobre a saúde da população rural. Os aglomerados resultantes expressam o riscos na saúde por departamento e permitem a comparação dos níveis obtidos para as duas campanhas analisadas agrupando os valores obtidos em 7 faixas de classe, pela utilização de gráficos estatísticos de dispersão. Nossos resultados mostram que há uma relação direta entre o aumento da área plantada e aumento dos volumes de agroquímicos, uma diminuição da população rural em toda a província observada entre 2001/02 e 2010/11, a população cottage caseiro, Rosário, Iriondo e General Lopez eram de alto risco para a 2001/02 e 2010/11, enquanto Rosário caiu para médio-alto, e San Jeronimo se juntou ao nível elevado.

Palavras-chave: artificialidade, Declínio, tecnologia, transnacionalização, glifosato.

Introducción

El creciente proceso de concentración del capital, el poder de los grupos inversionistas agrícolas y extra-agrícolas junto a las tensiones entre el Estado y los actores territorializados, demandan nuevas concertaciones que trastocan la matriz productivista de los territorios. La utilización de

los recursos naturales ha sido esencial en todos los períodos, aunque se profundiza a partir de los sesenta, momento en el cual el modelo de intensificación productiva a expensas del ambiente se posiciona como dominante en los espacios rurales transnacionalizados, causando fragilidades y

desequilibrios. De esta manera, los espacios rurales transitan por un entramado caracterizado por la integración funcional de actividades, actores, redes de poder y gobernanzas dispersas internacionalmente; con lógicas diferentes a décadas anteriores donde el poder de las redes se circunscribía fronteras adentro. Las cadenas de valor globalizadas se constituyen como actores de poder territorial difícilmente regulable y peligrosamente localizable, donde la constante es la re-construcción creativa de los territorios.

En este marco de análisis, la presente investigación tiene como objetivo analizar el riesgo en la salud de la población rural producto de la incorporación de agroquímicos en los cultivos de soja a partir de un estudio de caso realizado en la Provincia de Santa Fe, Argentina, para las campañas 2001/02 2010/11.

Al analizar los antecedentes respecto al tema en estudio, se expresan diferentes posturas respecto a las consecuencias de la aplicación de agroquímicos en los sistemas productivos agrícolas; aunque en general los discursos coinciden en los riesgos que significan para el ambiente, para la salud humana y para la seguridad alimentaria de los países productores (Pengue, 2005). En consonancia Lapolla (2009) expone la peligrosidad de la aplicación afirmando que son *“altamente cancerígenos”*. Kaczewer (2002) enuncia en su obra los riesgos de los agroquímicos en la salud humana y las debilidades que presentan los sistemas nacionales que regulan la biodiversidad. A esta idea es posible sumar los aportes de Carrasco (2009), Benachour (2009), quienes enuncian los resultados de estudios vinculados con los efectos del glifosato en el desarrollo de vertebrados; los cuales muestran el efecto tóxico en dosis 10 a 1000 veces menores a las usadas en la agricultura pampeana. Así mismo Caffarini & Penna (2007) expresan que *“El hombre puede ser afectado directa o indirectamente por los fitoterapéuticos utilizados en la agricultura”* (p. 199). En particular Torriggino, (2005) formula que a la toxicidad intrínseca del agroquímico, *“... se deben tener en cuenta otros*

factores que aumentan o disminuyen los efectos nocivos sobre el hombre, como: dosis, vía de exposición, edad” (p. 37).

Carrasco (2009), Benachour & Seralini (2009) y Kaczewer (2002) en investigaciones realizadas concluyen que los argentinos deben enfrentar durante las próximas décadas las consecuencias de haber convertido al glifosato en el herbicida más vendido y utilizado en el país. Kaczewer (2002) señala que *“Recientes estudios toxicológicos conducidos por instituciones científicas independientes parecen indicar que el glifosato ha sido erróneamente calificado como toxicológicamente “benigno”, tanto a nivel sanitario como ambiental. Por ende, los herbicidas en base a glifosato pueden ser altamente tóxicos para animales y humanos”* (p. 45). Los estudios revelaron efectos adversos en todas las categorías estandarizadas de pruebas toxicológicas de laboratorio en la mayoría de las dosis ensayadas: toxicidad subaguda (lesiones en glándulas salivales), toxicidad crónica (inflamación gástrica), daños genéticos (en células sanguíneas humanas), trastornos reproductivos (recuento espermático disminuido en ratas; aumento de la frecuencia de anomalías espermáticas en conejos), y carcinogénesis (aumento de la frecuencia de tumores hepáticos en ratas macho y de cáncer tiroideo en hembras). A nivel eco-tóxico-epidemiológico, la situación se ve agravada porque son pocos los laboratorios en el mundo que poseen el equipamiento y las técnicas necesarios para evaluar los impactos del glifosato sobre la salud humana y el ambiente.

Si bien hasta los años ochenta los espacios productivos pampeanos se apoyaron en sistemas mixtos de bajos insumos junto a la expansión horizontal de la frontera; cuando el crecimiento se agota, aumentan los productivos tecnológicos adicionales que echan por tierra los pronósticos apocalípticos de los académicos y las organizaciones no gubernamentales ambientalistas; las señales de alarma estaban a punto de dispararse cuando la innovación productiva se propaga. Argentina entra de lleno en este contexto, ya que basa su

crecimiento en la incorporación de tecnologías agroquímicas para estimular la productividad con el consecuente avance de la frontera vertical y horizontal. Es una fase de reestructuración, con énfasis en la valorización financiera y con fuerte impacto en la organización de los territorios productivos, donde los activos disponibles ocupan un lugar central en las estrategias empresariales (Un análisis pionero en esta perspectiva constituye el trabajo de Cuccia (1988), cuya línea interpretativa es retomada más tarde por Basualdo & Khavisse, 1993).

De esta manera, en las últimas décadas los sistemas productivos han sido trastocados por una matriz productivista que se profundiza con los cultivos transgénicos asociados al uso exponencial del Glifosato como herbicida básico, para lo cual Casas (2001) considera que “Se concentraron pocos cultivos de alta productividad y alta homogeneidad genética (...) con la consecuente concentración de mayor riesgo climático, económico y biológico (plagas y enfermedades)” (p. 198).

Otros investigadores proponen “Proteger la salud de los consumidores a través de la implementación de mecanismos de monitoreo de peligros, valoración y mitigación de riesgos” (Mateos, 2002). Por otro lado, el trabajo realizado por la Comisión Nacional de Investigación sobre agroquímicos (Consejo, 2009), recomienda efectuar monitoreos continuos de residuos de glifosato y otros agroquímicos, debido a la limitada información existente y la falta de datos en Argentina. Sin embargo el jefe del laboratorio de Biología Molecular de la Universidad Nacional del Nordeste, critica el trabajo mencionado en el párrafo anterior argumentando que “La legislación reza que ante la duda debe aplicarse el principio precautorio. Esto quiere decir que debe suspenderse la aplicación del producto en cuestión hasta tanto se realizan los estudios pertinentes que demuestran su inocuidad. No es ético ni razonable investigar una vez que el daño ya está hecho y es irreversible” (Lucero, 2009, p. 27).

Lo enunciado grafica un escenario confuso, con reglas de juego muy específicas para aumentar índices de productividad, pero reglas muy borrosas acerca de las consecuencias ambientales de la aplicación de agroquímicos en sistemas productivos intensivos a mediano plazo. En este artículo se exponen los resultados de un trabajo de campo que muestra a partir de datos secundarios la situación de un momento particular en una de las provincias pampeanas argentinas.

Materiales y métodos

Para la selección de materiales y métodos se consideró al *riesgo*, como la amenaza representada por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre; que puede manifestarse en un sitio específico, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente (Cardona, 1990). El mismo puede ser de cuatro tipos: *esperable*, *estadístico o actual*, *predictivo* y *percibido* (Urcelay, 2011). Un análisis de riesgo es un método sistemático de recopilación, evaluación, registro y difusión de información necesaria para formular recomendaciones orientadas a la adopción de una posición o medidas en respuesta a un peligro determinado. Por otro lado, los métodos de análisis de riesgo, según el Consejo Colombiano de Seguridad (2010) pueden separarse en: *métodos cualitativos*, *métodos cuantitativos*, y *métodos semicuantitativos*.

Para el estudio de caso se aplicó la Metodología de Riesgo propuesta por Urcelay (2011) entrecruzando la información de: a) la superficie sembrada y el porcentaje destinado a la soja en 2001/02 y 2010/11, b) los volúmenes de agroquímicos más utilizados y de mayor impacto ambiental, c) el registro de denuncias de afecciones en la salud de la población rural. Se realizó el análisis considerando cuatro etapas: a) *la identificación del peligro*, b) *la evaluación del riesgo*, c) *la gestión del riesgo* y d) *la comunicación del riesgo*. En estos análisis los mapas de riesgo constituyen

herramientas de visualización de riesgos que, a partir de la cartografía temática, evalúan espacialmente ciertos impactos y problemas ambientales.

El área de estudio (Figura 1) estuvo integrada por 19 departamentos administrativos de la provincia de Santa Fe, Argentina, localizada entre los 28° y 34°23' Sur y entre 58° 53'y 62° 53' Oeste. Según datos oficiales en 2010, la Provincia tenía 3.194.537 habitantes y ocupaba el tercer lugar, luego de Buenos Aires y Córdoba, en volúmenes de producción y superficie ocupada por el cultivo de soja. Asimismo, poseía la mayor cantidad de industrias procesadoras de aceite, uno de los mayores polos de exportación de soja; se añade que uno de los nodos de crecimiento más importante del país es Rosario y el Gran Rosario, situado en la margen occidental del Río Paraná con gran tránsito fluvio-comercial y nexo conector de la denominada región núcleo argentina. Las condiciones enunciadas hacen de Santa Fe, un territorio donde la población rural se encuentra inmersa en una matriz productiva-sojera con riesgos potenciales para su salud.



Figura 1. Localización del área de estudio

Riesgos en la salud de la población rural... ¿dudas o hechos concretos?

En este apartado se enuncian algunos resultados de síntesis que se desprenden de la investigación realizada. Los datos se establecieron en función del propio agrupamiento y dispersión de los valores resultantes de las variables analizadas siguiendo la metodología de la semiología y el tratamiento de Bertin (1988).

a. Identificación del peligro

1. *Superficie provincial cultivada de soja*, la Figura 2 registra la evolución de la superficie sembrada de soja para las campañas 1996/97 a 2010/11.

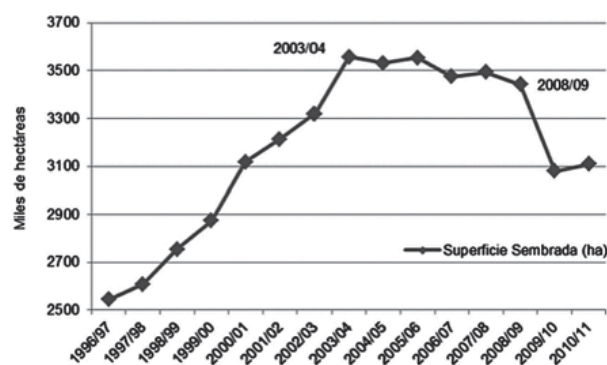


Figura 2. Evolución de la superficie cultivada de soja en Santa Fe, Argentina

Fuente: Adaptado de datos secundarios del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (2012).

Lo más destacado es el crecimiento a partir de las campañas 1996/97 y 2003/04, pasando de 2.543.200ha a 3.558.000ha y la disminución 2009/10 con 361.589ha menos.

2. *Superficie departamental destinada a la siembra de soja* en las campañas 2001/02 y 2010/11

- Los departamentos La Capital, Garay, San Javier -en ambas campañas- y Vera -en la campaña 2010/11- evidencian la menor superficie sembrada.

- Vera -campaña 2001/02-, 9 de Julio y San Cristóbal -en ambas campañas-, y Gral. Obligado -campaña 2010/11-, poseen valores de superficie sembrada con soja dentro del intervalo de 50.001 a 100.000 ha; y en relación a la superficie departamental ocupada por el cultivo se encuentran, 9 de Julio y San Cristóbal -en ambas campañas- dentro del segundo intervalo de clase (3% a 5%).
 - Gral. Obligado -campaña 2001/02-, San Justo, Las Colonias, Rosario, San Lorenzo, Belgrano y Castellanos -en ambas campañas-, presentan en forma ascendente valores que van de las 100.001 a las 200.000 ha de superficie sembrada con soja.
 - San Martín, San Jerónimo, Constitución, Iriondo y Caseros -ambas campañas- poseen valores del intervalo de 200.00 ha a 300.000 ha.
 - General. López, es el que posee mayor cantidad de tierras sembradas con soja, 630.000 ha en 2001/02 y 663.000 ha en 2010/11, ocupando una superficie departamental de 54,5% y 57,4% respectivamente (cuarto intervalo).
 - Desde el punto de vista de la localización geográfica, la siembra de soja se concentra en el Sur de Santa Fe en torno al Complejo Portuario puerto ubicado sobre el río Paraná (Figura 1).
3. *Agroquímicos* más utilizados con alto impacto ambiental definidos en Falasca, Miranda del Fresno & Ulberich (2012) (Tabla 1). Los valores fueron obtenidos a partir de la ecuación 1:

$$\text{Impacto ambiental} = \text{EIQ} \times \text{i.a. (\%)} \times \text{dosis} \times \text{frecuencia. (1)}$$

Donde EIQ es environmental impact quotient o coeficiente de impacto ambiental que es el valor del principio activo, el i.a es el tenor del principio activo en el producto comercial, la dosis representa la cantidad del principio activo aplicada por hectárea y la frecuencia representa el número de aplicaciones.

Tabla 1: Impacto Ambiental de agroquímicos más utilizados en el cultivo de soja

Principio activo	EIQ	i.a.	Dosis (L ha ⁻¹)	Número de aplicaciones	Impacto ambiental
Endosulfán	42,10	0,35	1,5 - 3,0	1	22,1 - 44,2
Clorpirifós	43,50	0,48	1,3 - 2,0	2	54,3 - 83,5
Cipermetrina	27,30	0,25	0,2	4	5,46
Imidacloprid	34,90	0,35	0,3	1	3,66
Carbendazim	56,17	0,50	0,5	1	14,0
Tebuconazol	40,30	0,43	0,4	1	6,93
Glifosato	15,30	0,48	2 - 4	3	44,0 - 88,1
Impacto ambiental Total	-	-	-	-	150,4 a 245,9

Fuente: Falasca, Miranda del Fresno & Ulberich (2012).

El EIQ es un modelo desarrollado por un grupo de investigadores de la Cornell University (Kovach, Petzoldt, Degnil & Tette, 1992), para simplificar en un único valor la información obtenida sobre el impacto ambiental de los productos activos. A tal fin, el EIQ consiste en un polinomio que reúne 11 variables agrupadas en 3 componentes (Tabla 2), el de los trabajadores agrícolas, el del consumo,

y el ecológico. Las variables consideradas fueron ponderadas según diferentes coeficientes empleados en la ecuación 1 (del uno al cinco) para dar más peso a ciertos factores; así, factores con alto impacto se multiplican por cinco, los de mediano impacto se multiplican por tres, y los factores de bajo impacto se multiplican por uno.

Tabla 2. Cálculo EIQ

Componente trabajadores agrícolas	Componente consumo	Componente ecológico
EIQ= { C [(DTx5) (DTxP)] +	[(Cx ((S+P) / 2)xSY) + (L)] +	$\frac{[(FxR)+(Dx((S+P)/2)x3) + [(FxR)+(Dx((S+P)/2)x3) (ZxPx3) + (BxPx5)]}{3}$

Donde, **C**: toxicidad crónica, **DT**: toxicidad dérmica, **P**: vida media en la superficie de la planta, **S**: vida media en el suelo, **SY**: sistemicidad, **L**: potencial de lixiviación, **F**: toxicidad para los peces, **R**: potencial de pérdida de superficie, **D**: toxicidad en aves, **Z**: toxicidad en abejas, **B**: toxicidad beneficiosa para los artrópodos.

Al obtener los datos se describieron los efectos posibles en la salud humana a partir del uso, la toxicidad, la clasificación y los efectos en la salud (Tabla 3)

Tabla 3. Características de los agroquímicos y efectos en la salud

Agro-Químico	Características			Efectos en la salud de la población
	Uso	Toxicidad	Clasificación	
Endosulfan	Insecticida y acaricida órgano-clorado	Es un disruptor endócrino altamente tóxico en forma aguda. Es un neurotóxico agudo para insectos y mamíferos, incluyendo a los humanos.	FAO: Clase C EPA: Categoría. OMS: Clase II.	No hay estudios epidemiológicos que asocien la exposición al Endosulfán con el cáncer en humanos, pero en ensayos <i>in vitro</i> se ha demostrado que puede promover la proliferación de células humanas de cáncer de mama.
Clorpirifós	Insecticida órgano-fosforado	Es moderadamente tóxico y la exposición crónica ha sido relacionada con efectos neurológicos, trastornos del desarrollo y trastornos autoinmunes.	FAO: Clase B EPA: Clase II OMS: Clase I	La exposición por un día a niveles bajos puede causar mareos, fatiga, secreción nasal, lagrimeo, salivación, náusea, sudor molestia intestinal, y cambios en el ritmo cardíaco. La exposición de corta duración a niveles más altos puede causar parálisis, convulsiones, desmayos y muerte. Otra consecuencia es la debilidad muscular.
Glifosato	Herbicida no selectivo de amplio espectro, desarrollado para la eliminación de hierbas y de arbustos, en especial los perennes.	Puede causar la muerte de embriones, placentas, y células umbilicales humanas <i>in vitro</i> . La mayoría de los productos que contienen glifosato son elaborados o se usan con un surfactante para ayudar al glifosato a penetrar los tejidos de las plantas, lo cual le confiere características toxicológicas a la formulación comercial diferentes a las del propio glifosato.	FAO: Clase D EPA: Clase III OMS: Clase III	Posee efectos reproductivos: en pruebas de laboratorio con ratas y conejos el Glifosato afectó la calidad del semen y la cantidad de espermatozoides. Existen Investigaciones que demuestran que el Glifosato puede ser tomado por las plantas y movido a las partes que se usan como alimento, pudiendo contaminarlos.
Referencias	Clasificación OMS:	Ia Sumamente peligroso Ib Muy peligroso II Moderadamente peligroso III Poco peligroso IV Que normalmente no ofrece peligro		
	Clasificación de la FAO:	A Altamente tóxico B Moderadamente tóxico C Ligeramente tóxico D Levemente tóxico		
	Clasificación de la EPA:	IA Extremadamente peligroso IB Altamente peligroso II Moderadamente peligroso III Ligeramente peligroso		

Fuente: Adaptado de datos secundarios de: Especial, E. (2010); Beltramiro, D. (2013); Solomon, Keith et al. (2005); Burger, M., & Fernández, S. (2004); González Saavedra, L. S. (2010); Wesseling et al, (2006). Morales, C. A., & Rodríguez, N. (2004);

- Por otro lado, se calculó el volumen de agroquímicos (L) aplicados a partir de la superficie sembrada, la dosis media de aplicación y el número de aplicaciones durante el ciclo del cultivo.
 - Las prácticas habituales consisten en utilizar 3L de Endosulfán en sólo una aplicación durante el ciclo de soja, 2L de Clorpirifós por aplicación y realizar 2 aplicaciones de 4L de Glifosato.
 - Los valores de Glifosato se destacan sobre la mayoría de los departamentos, superando en 1, 2 y hasta en 3 intervalos de clase a los valores de Endosulfán y Clorpirifós para un mismo departamento.
 - Los departamentos de Garay, San Javier, La Capital y Vera, presentan valores más bajos de aplicación, mientras que Castellanos, Constitución, San Martín, San Jerónimo, Caseros, Iriondo y Gral. López exponen los más altos.
 - Los mayores volúmenes aplicados se concentran en torno al Complejo Portuario ubicado sobre el río Paraná.
4. *Población rural y denuncias* para lo cual se calculó la variación intercensal 2001/2010 a fin de mostrar la evolución. Para analizar esta variable se rastrearon en diferentes fuentes las denuncias y reclamos relacionados con impactos de los agroquímicos. Se seleccionaron aquellas que fueron consideradas por la Unidad Fiscal Federal para la Investigación de Delitos contra el Ambiente (UFIMA), la Cámara de Diputados, juzgados, hospitales municipales, entre otros.

b-Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo se llevó a cabo mediante la estimación y comparación de los *Niveles de riesgo en la salud de la población rural* campañas 2001/02 y 2010/11 por departamento. Para ello se entrecruzó el valor de la superficie sembrada y la destinada a soja, los volúmenes (L) de agroquímicos aplicados, la población rural y las denuncias por afecciones en la salud. Los valores de estas variables fueron agrupados en 7 rangos. (Tabla 4).

Tabla 4. Intervalos de clase de las variables analizadas

Superficie destinada a soja		Volumen de agroquímicos		Cantidad de habitantes	
(%)	Intervalo	(L)	Intervalo	(hab.)	Intervalo
<3	1	< 200.000	1	< 6.000	1
3 a 5	2	200.000 a 500.000	2	6.000 a 8.000	2
6 a 17	3	500.001 a 800.000	3	8.001 a 12.000	3
18 a 35	4	800.001 a 1.300.000	4	12.001 a 16.000	4
36 a 59	5	1.300.001 a 2.300.000	5	16.001 a 22.000	5
60 a 75	6	2.300.001 a 3.500.000	6	22.000 a 32.000	6
> 75	7	> 3.500.000	7	> 32.000	7

Se sumaron los valores asignados a cada intervalo y se clasificaron en 4 niveles: bajo, medio, medio-alto y alto para lo cual se siguió el método de colores del semáforo (nivel de riesgo *bajo*:

<8; *medio* 8-12; *medio-alto* 12-15 y *alto*>15) donde se observa el entrecruzamiento de las variables y los niveles de riesgo entre campañas (Figura 3).

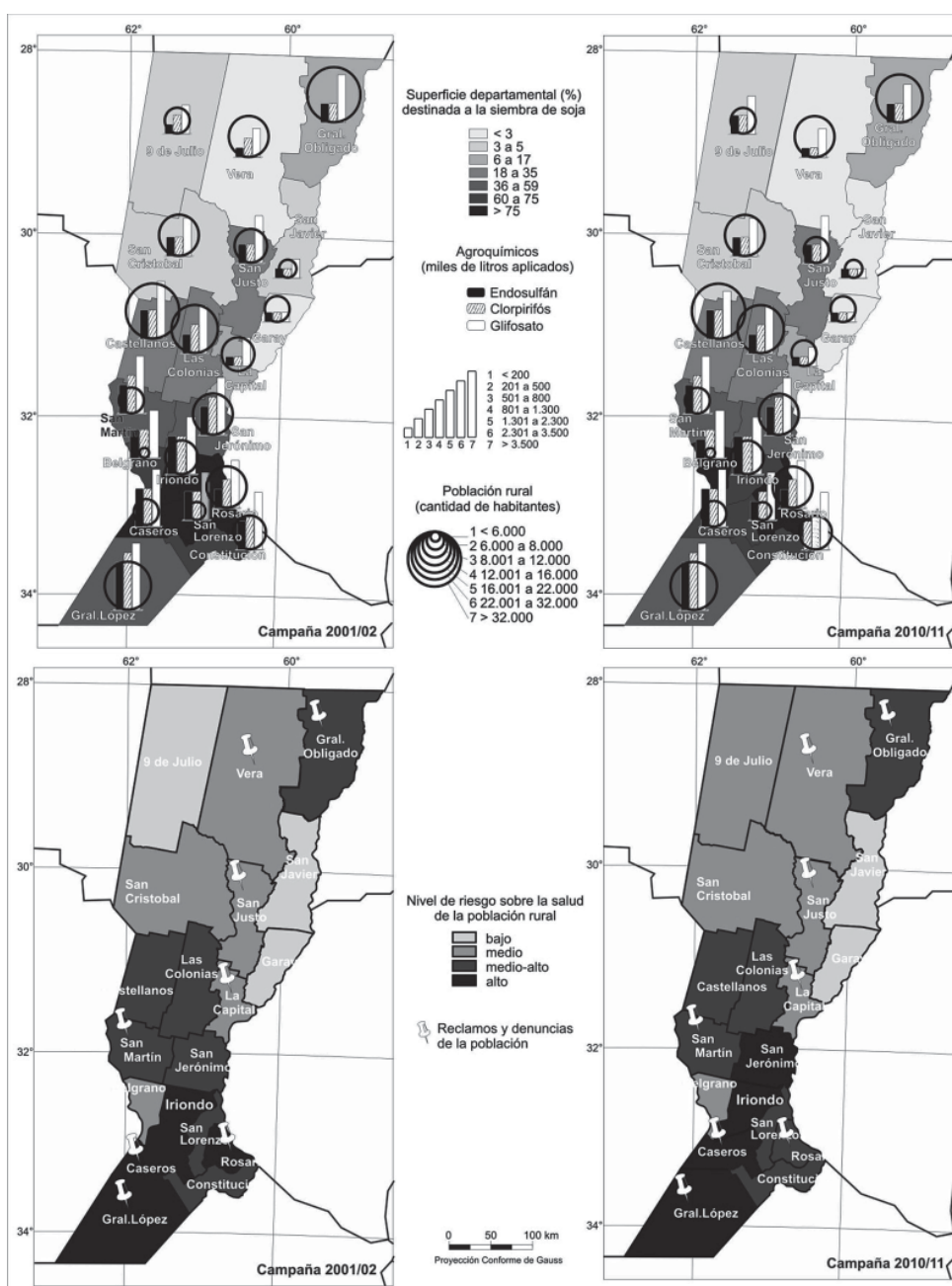


Figura 3. Riesgo ambiental a partir de la integración y comparación de variables. 2001/02 y 2010/11

La integración de variables muestra que:

- Los agroquímicos analizados (Endosulfán, Clopirifós y Glifosato), han sido clasificados por la EPA y la OMS, como tóxicos con posibles afecciones a la salud, sin embargo resulta difícil establecer relación causa-efecto con ciertas afecciones a la salud y/o causas de muerte, a partir de la información recabada.
- La documentación recopilada respecto a afecciones respiratorias u otros problemas relacionados a la aplicación de agroquímicos, se constituye en una llamada de atención sobre el uso de agroquímicos en un territorio, en el cual el 45% de las hectáreas implantadas es de soja (Minagri, en la campaña 2001/02).

- Presentaron valores bajos los departamentos de Garay, San Javier y 9 de Julio de clase, los valores medios se corresponden con Vera, La Capital, San Cristóbal, Belgrano y San Justo mientras que General Obligado, San Lorenzo, San Martín, Las Colonias, Castellanos, Constitución y San Jerónimo presentaron un nivel medio-alto de riesgo. En estos últimos se registraron reclamos y denuncias importantes respecto a problemas de salud.
- Los departamentos de Caseros, Rosario, Iriondo y Gral. López alcanzaron un alto nivel de riesgo para la salud de la población rural. Los tres primeros, presentaron valores del séptimo intervalo de clase en cuanto a la superficie destinada a soja, del sexto Caseros e Iriondo y del cuarto Rosario en cuanto al volumen total de agroquímicos, con una población rural que varió entre el tercero y quinto intervalo de clase.
- Geográficamente, los departamentos del Centro-Sur, son los que presentaron los niveles más altos de riesgo, con excepción de Belgrano y La Capital que obtuvieron un nivel medio, y de Gral. Obligado que se encuentra al NE con un nivel medio-alto.

c-Gestión del Riesgo

La gestión del riesgo se analizó a partir de diferentes documentos según jurisdicciones administrativas.

A nivel nacional

Ley de Residuos Peligrosos 24051/1991, condena a prisión a cualquier individuo que envenene, adultere o contamine de modo peligroso el ambiente que causará la muerte de alguna persona. Régimen Federal de Productos Fitosanitarios de 2009 (Proyecto de Ley) se estipulan las pautas para su correcto uso y manejo, la Resolución de SENASA 511/2011 se prohíbe la importación, fabricación, comercialización y uso del Endosulfan, la Resolución del Sistema Federal Integrado de Registro de Aplicadores de Productos

Fitosanitarios propone la creación de un listado único de datos de personas y empresas que apliquen estas sustancias; además propone acciones conjuntas de capacitación destinadas a los aplicadores, a los usuarios y a la población en general, tendientes a generar usos responsables de los productos fitosanitarios. La legislación a nivel nacional no provee suficientes herramientas de gestión que contribuyan a adoptar medidas para regular el uso y manipulación de los plaguicidas.

A nivel provincial

Ley de Productos Fitosanitarios 11273/2009 establece la distancia mínima de fumigación tanto aérea como terrestre según la clase toxicológica de los mismos. Esta Ley fue modificada por la Ley 11354/1996, que incorpora la creación de un registro de aplicadores y expendedores de plaguicidas; y obliga a proveer a los trabajadores de los elementos básicos de seguridad.

A nivel Municipal

En el departamento La Capital existe la Ordenanza Municipal de 19/2010 que prohíbe la fumigación aérea y terrestre a menos de 1500 m del límite del área urbana y la circulación y permanencia de equipos pulverizadores. El departamento Rosario promulgó la ordenanza 38/2011 que prohíbe la circulación y permanencia de equipos pulverizadores; y la fumigación aérea y terrestre a menos de 800 m. Además exige la erradicación de depósitos de productos fitosanitarios del área urbana y suburbana.

d-Comunicación del Riesgo

Esta investigación se ha realizado como un aporte inicial para el tratamiento de un tema crítico, la salud de la población rural. Se pretende sólo colaborar en la visibilización del problema ambiental y no intervenir en especificidades de salud de la población más allá de la simple enumeración realizada. Por ello se pretende que esta investigación se constituya en una aproximación al conocimiento,

para poner de manifiesto la necesidad de realizar y/o difundir estudios en el corto plazo que ayuden a comprender y atender la problemática planteada, abrir el debate planteando la necesidad de abordar esta problemática para proponer y exigir medidas concretas y eficaces de gestión. Es un estudio que promulga la necesidad de expandir la mirada, que no sea sólo productivista cortoplacista con territorios proveedores de recursos naturales y reductos de localización de residuos críticos para la salud humana.

Discusión y conclusiones

Se analizaron los espacios rurales como resultantes de crecientes procesos de internacionalización de capitales otrora productivos, hoy financieros, generalmente extra-agrarios. El escenario se transforma por las técnicas, acciones y artificializaciones relacionadas con la profundización en la apropiación de recursos naturales y humanos que viabilizan las satisfacciones del capital; para lo cual resultan básicas las innovaciones neo-extractivistas que no reparan en los efectos colaterales de los agrotóxicos, ni en el impacto de éstos en la salud, en contextos nacionales donde los Estados suelen desarrollar roles de poder asociados a los capitales, priorizando una visión utilitarista de crecimiento casi ilimitado y desconociendo las mutaciones territoriales a mediano y largo plazo

Se considera en esta investigación que la gestión del ambiente es un concepto que va más allá de la acción y efecto de administrar el ambiente, está orientado a administrar los intereses, expectativas, recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y considerando su carácter transectorial.

La historia agroproductiva pampeana argentina se adscribe al contexto enunciado que articula los ciclos de producción dominantes desde fines del siglo XIX. La acción productiva sobre los territorios rurales pampeanos introdujo efectos ambientales que trastocaron la dinámica de los

agroecosistemas. Con el incremento de la demanda que profundiza la homogeneización productiva, se despliegan cada día técnicas más agresivas causando cambios en el manejo del suelo, deforestación y contaminación por agroquímicos.

Es posible enunciar que los actores por medio de redes expanden su poder a partir de la apropiación de tecnologías, jerarquizando las inversiones y causando concentración de riqueza, selectividad de espacios productivos y acentuación de la diferenciación territorial. En este escenario, los plaguicidas son un pilar fundamental en el crecimiento del área sembrada con soja y consecuentemente, una controversia creciente entre distintos actores respecto al impacto de los agroquímicos en el ambiente y en la salud de la población.

En Santa Fe el 45 % de la superficie sembrada está destinada al cultivo de soja RR, superficie que se encuentra directamente relacionada con la cantidad de litros aplicados de agroquímicos. De los más utilizados en el cultivo y de mayor impacto ambiental se destaca que el más tóxico (según la clasificación de la OMS y FAO) y de mayor EIQ es el Clorpirifós, siguiendo en Endosulfán y por último el Glifosato. Sin embargo se asocia habitualmente el cultivo de soja al Glifosato debido a que la dosis y cantidad de aplicaciones del mismo triplican al Clorpirifós y cuadruplican al Endosulfán, razón por la cual los litros finales aplicados del Glifosato superan ampliamente a estos dos últimos.

Las denuncias recogieron distintas manifestaciones de la población sobre las prácticas de manejo y la aplicación de los plaguicidas y sobre las implicaciones para la salud y el ambiente circundante, registrándose múltiples protestas vecinales, presentaciones judiciales y querellas. De esto se desprende que, por un lado, el nivel de familiaridad que tienen los implicados con el manejo de agroquímicos es el factor que provoca una mayor aceptación del riesgo. Pero por el otro, la diversidad de expresiones en contra del uso de agroquímicos denota el rechazo de un sector de la población a este modelo de producción agraria.

El análisis de las denuncias permitió detectar que existe un problema ambiental en relación al uso de los agroquímicos ya que, hay un grupo social que lo percibe y se identifica como afectado, pero el registro de las mismas no es suficiente para establecer una relación directa con el nivel de riesgo de cada departamento. Comparando las dos campañas analizadas no se nota una tendencia a la disminución del riesgo. Los departamentos de riesgo Alto y Medio-Alto se localizan cercanos al Complejo Portuario dentro de la zona núcleo agrícola del país.

Los resultados muestran un uso cada vez más selectivo del territorio y una profundización de la invisibilización del impacto social de los agroquímicos. Por otro lado, la proximidad a los nodos, como Rosario, torna más vulnerable a la población ya que son los departamentos cercanos los más apetecibles para el capital productivo.

Así, las crisis económicas parecen reposicionarse no tanto en el discurso, pero sí en las acciones, el dogma antropocéntrico productivista ignorando a Rachel Carson (1962) que ya en 1960 advertía acerca del impacto de los plaguicidas en los ecosistemas. Sin embargo, pareciera que los desequilibrios ambientales son preocupaciones académicas mientras que la gestión productivista de los territorios discurre por otro canal.

Literatura citada

- Altieri, M. & Pengue, W. (2005). "La soja transgénica en América Latina: una maquinaria de hambre, deforestación y devastación socioecológica." *Revista Ecología y Política* N° 30. Barcelona: Icaria. pp. 87-93. Recuperado de: <http://www.ecologiapolitica.info/ep/30.pdf>.
- Beltramiro, D. (2013). "Mitos y realidades de la salud ambiental infantil?" Recuperado de: <http://www3.sap.org.ar/descargas/conarpe2013/presentaciones/beltramino.mitosyrealidades.pdf>
- Benachour N. & G. Seralini (2009). *Chemical Research in Toxicology*, vol 22, pp.97-105. American Chemical Society.
- Bertin, J. (1988). La gráfica y el tratamiento gráfico de la información. *Colección "Noesis de Comunicación"*. Taurus Ediciones. Madrid.
- Burger, M., & Fernández, S. (2004). Exposición al herbicida glifosato: aspectos clínicos toxicológicos. *Revista Médica del Uruguay*, 20(3), 202-207.
- Caffarini, P & A. Penna (2007). "Consecuencias ambientales en el uso de plaguicidas." En Giufferé, L (Cord). Impacto ambiental en agroecosistemas. Buenos Aires: FA-UBA. pp. 193-212.
- Cardona, O. (1990). "Términos de Uso Común?" En Manejo de Riesgos. AGID Report No.13, Medellín: EAFIT, I Seminario. Andino de Geología Ambiental.
- Carrasco, A. (2009). Informe "Glifosato y teratogénico-malformaciones congénitas." Recuperado de: http://www.herbogeminis.com/IMG/pdf/malformaciones_congenitas_y_agroquimicos.
- Carson, R. L. (1962). *Silent Spring*. Riverside Press, Cambridge MA.
- Casas, R. (2001). La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, tomo LV. Argentina.
- Codex Alimentarius (2000). "El Codex Alimentarius y el consumidor?" En Consumers International. Segunda edición. Recuperado de: <http://www.consumersinternational.org/media>.
- Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos (2009). "Toxicidad del glifosato sobre la salud humana y el ambiente" Informe de investigación, Ministerio de Salud de la Nación. Recuperado de: <http://www.msal.gov.ar/agroquimicos/pdf/INFORME-GLIFOSATO-2009-CO-NICET.pdf>.
- Dávila, M. (2012) "La política sobre el uso de agroquímicos en Argentina y Uruguay" documento de trabajo N° 277. Universidad de Belgrano. Buenos Aires. Argentina.
- Especial, E. Boletín de los Esteros. Edición Especial Número 8, Diciembre de 2010. Recuperado de: http://www.proyectoibera.org/download/boletines/boletin_08.pdf
- Falasca, S, M. Miranda del Fresno & Ulberich, A. (2012). "Potenciales consecuencias ambientales del fenómeno de sojización en Argentina?" Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. Mar del Plata.
- Fonseca, J., Muñóz, A. & Cleves, A. (2011). El sistema de gestión de calidad: elemento para la competitividad y la sostenibilidad de la producción agropecuaria colombiana *RIAA* 2(1). pp 9-22. Colombia.
- Gómez, G. (2010). "Fumigaciones: San Martín Norte con nueva Ordenanza" *Revista electrónica Ecos de Romang*. Recuperado de: <http://ecos-deromang.blogspot.com.ar/2010/09/>
- González, L. S. (2010). Determinación de la característica de toxicidad del ingrediente activo clorpirifos en el plaguicida organofosforado attamix sb mediante el procedimiento de TCLP.
- Grupo De Reflexión Rural (2009). Pueblos fumigados. "Informe sobre la problemática del uso de plaguicidas en las principales provincias sojeras de la Argentina." Recuperado de: www.grr.org.ar/trabajos/Pueblos_Fumigados_GRR_.pdf.
- Kaczewer, J. (2002). "Toxicología del Glifosato: riesgos para la salud humana" Buenos Aires: UBA. Recuperado de: [http://www.ecoportal.net/...](http://www.ecoportal.net/)
- Kovach, J., Petzoldt, J., Degnil, J. & Tette, J. (1992). A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*. 139.

22. Lapolla, A. (2009). "La soja, transgénico de una internacional, el campo, Argentina y la soberanía nacional." *En Revista Filatina: blog de la Fundación Integradora Latinoamericana Ambiental*. Recuperado de: <http://filatina.wordpress.com/category/>
23. Lenin, C. (2015). En Boletín Ecológico. Comunicación para el desarrollo sustentable. Recuperado de: <http://www.boletinecologico.org/ambientalistas-hemos-dado-paso-atras-al-permitir-la-entrada-de-4-quimicos-altamente-toxicos/>
24. Ley 26.093/2006 y el corte obligatorio de biodiesel: Queirini, C. (2013). Seminario Internacional sobre Energías Renovables. CONICET. Santa Fe: UNL. Recuperado de: <http://grupomontevideo.org/ndca/caenergia/wp-content/uploads/2013/06/>
25. Ley de Productos Fitosanitarios 11273/2009 de la Provincia de Santa Fe: Bonomi, L. (2008). "Marco Regulatorio para el registro de los Productos Fitosanitarios en la Argentina." Recuperado de: www.fitoayuda.com/legislacion.php.
26. Ley de Residuos Peligrosos: Ley Nacional 24051/91. "Régimen aplicable a la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de Residuos peligrosos" Buenos Aires 17/12/1991. Recuperado de: www.fqbf.unsl.edu.ar/.../
27. Ley General del Ambiente 25675: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Recuperado de: www.ambiente.gov.ar/
28. Lucero, R. (2009). "Respaldo científico al uso del herbicida glifosato en el agro: otro elemento de polémica." Recuperado de: <http://fmcentrobasavilbaso.com/>
29. Mateos, M. (2002). Seguridad e higiene en el sector de frutas y hortalizas. Temas de Actualidad No. 3. Instituto Tecnológico Agroalimentario (AINIA), Valencia, España.
30. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (2012). Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Estimaciones Agrícolas de Cereales, Oleaginosas, Industriales, Frutales y Hortalizas. Recuperado en <http://old.siaa.gov.ar/index.php/series-por-tema/agricultura>
31. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (2012). Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Estimaciones Agrícolas de Cereales, Oleaginosas, Industriales, Frutales y Hortalizas. Recuperado de: <http://old.siaa.gov.ar/index.php/>
32. Ministerio de Salud y Ambiente (2013). Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Argentina. Acuerdos Internacionales. Convenio Rotterdam. Buenos Aires. Recuperado de: <http://www2.medioambiente.gov.ar/>.
33. Montoro, Y., Moreno, R., Gomero, L. & Reyes, M. (2009). Características de uso de plaguicidas químicos y riesgos para la salud en agricultores de la sierra central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(4), 466-472.
34. Morales, C. A. & Rodríguez, N. (2004). El clorpirifos: Posible disruptor endocrino en bovinos de leche. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 17(3), 255-266. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3241308>
35. Ordenanza N° 19/2010: Gomez, G (2010). *Revista electrónica Ecos de Romang*. Recuperado de: <http://ecos-deromang.blogspot.com.ar/2010>.
36. Ordenanza N° 38/2011. Comuna de Zavalla. Santa Fe. Recuperado de: <http://www.comunadezavalla.gob.ar/index.php>[Junio 2013].
37. Organización Mundial del Comercio (2010). Análisis de riesgo. En Medidas Sanitarias y Fitosanitarias. Capítulo 2 Disposiciones fundamentales del acuerdo. Recuperado de: http://www.wto.org/spanish/tratop_s/sps_s/sps_agreement_cbt_s/c2s5p1_s.htm
38. Pengue, W. (2005). Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente?. En *Sitio Argentino de Producción Animal*. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/14-agriculturaindustrial.pdf.
39. Reforma de la Constitución Nacional de 1994: VII Congreso Internacional de Derecho de Daños. Responsabilidades en el siglo XXI. Impacto de la globalización. El rol del Estado. Constitucionalización de los nuevos derechos. Buenos Aires: AABA 2002. Recuperado de: www.aaba.org.ar/bi20op74.htm
40. Régimen Federal de Productos Fitosanitarios de 2009 (Proyecto de Ley): Honorable Cámara de Diputados de la Nación. Recuperado de <http://www.1hcdn.gov.ar/proyxml/>
41. Rosquete Pérez, Cristina. (2011). "Evaluación de impacto de la supresión de endosulfán en el agroecosistema Güira de Melena, Artemisa, Cuba." http://www.rap-al.org/articulos_files/Tesis%20endosulfan%20Cuba.pdf
42. Solomon, Keith R. et al. (2005) "Estudio de los efectos del programa de erradicación de cultivos ilícitos mediante la aspersión aérea con el herbicida glifosato (PEIG) y de los cultivos ilícitos en la salud humana y en el medio ambiente." Informe preparado para la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD). Washington, DC, Estados Unidos de América: División de la Organización de los Estados Americanos (OEA) Recuperado de: http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/resumenejecutivos-tudiodelacadsobreglifosato2.pdf
43. Torriggino, A. (2005). "Agroquímicos y salud" En Proyecto El Suelo y su conservación. Entre Ríos: Escuela Agrotécnica Maciá. Recuperado de: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2005/ENTRE_RIOS/980/agroquimicos.pdf.
44. Urcelay, S. (2011). Análisis de Riesgo. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Santiago: Universidad de Chile. Recuperado de: <http://www.slideshare.net/>
45. Viglizzo, E. (2002). La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Programa Nacional de Gestión ambiental Agropecuaria. Argentina. INTA.
46. Wesseling, C., Aragón, A., Rojas, M., Blanco, L., López, L., Soto, A., ... & Miranda, J. (2006). Efectos del clorpirifos en la salud de trabajadores bananeros de La Lima, Honduras. Recuperado de: <http://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/8583>

Recibido: 10 de febrero de 2014
Aceptado: 19 de marzo de 2014

Biomimesis: nuevos horizontes de sostenibilidad y tendencias globales de la praxis tecno-científica en el mundo contemporáneo

Biomimicry: new sustainability horizons and global tendencies of techno-scientific praxis in the contemporary world

Biomimética: novos horizontes de sustentabilidade e as tendências globais da prática tecnocientífica no mundo contemporâneo

Carlos Hugo Sierra Hernando¹ & Nelly Kuiru²

¹Doctor en Sociología ²Indígena Uitoto - Clan Jitomagaro (Amazonas)

¹Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU).
Barrio Sarriena S / N 48940 Leioa (Bizkaia) País Vasco-España.

²Comisión Nacional de Comunicadores de los Pueblos Indígenas de Colombia

^{1,2}carlos.ehu@gmail.com

Resumen

El propósito fundamental de este artículo es exponer de modo sinóptico algunas claves esenciales del enfoque biomimético, en la medida en que constituye un modo específico de concebir la naturaleza que está propiciando notables avances en numerosas disciplinas tecno-científicas de vanguardia. En este sentido, la biomimesis no sólo puede aportar claves prácticas para desarrollar modelos de una ecología optimizada y autosuficiente en los entornos humanos sino que también abre una vía reflexiva respecto a la orientación operativa y a la potencialidad de la propia tecnociencia, entendida como una metodología de investigación característica de nuestras sociedades contemporáneas, para desarrollar un horizonte de sostenibilidad global en el futuro.

Palabras clave: tecnociencia, biomimesis, desarrollo sostenible, epistemología, naturaleza.

Abstract

The fundamental propose of this article is to expose synoptically some essential keys of biomimetic approach, based on that it constitute an specific way of conceiving nature, that is promoting remarkable advances in many techno-scientific disciplines at the vanguard. In this sense, biomimicry not only can provide practical keys for developing models of an optimized and auto-efficient ecology in human surroundings but also it opens a reflexive road around the operative orientation and the potentiality of the techno-science itself, understood as a investigation methodology characteristic of our contemporary societies, for developing global sustainability horizon in a future.

Key-words: technoscience, biomimicry, sustainable development, epistemology, nature.

Resumo

O principal objetivo deste artigo é apresentar de modo sinóptico algumas chaves essenciais da abordagem biomimético, na medida em que constitui uma forma específica de pensar sobre a natureza que está levando a progressos significativos em muitas disciplinas técnico-científicas de ponta. Neste sentido, biomimetismo não só pode fornecer pistas para desenvolver pistas práticas para desenvolver modelos de uma ecologia otimizada

e autossuficiente nos entornos humanos, mas também abre uma forma cuidadosa em torno de orientação operacional e o potencial da própria tecno-ciência em si, entendida como uma metodologia o recurso de pesquisa das nossas sociedades contemporâneas para desenvolver um horizonte de sustentabilidade global no futuro.

Palavras-chave: tecno-ciência, biomimetismo, desenvolvimento sustentável, epistemologia, natureza

“El intento, intrínseco a la ciencia natural, de introducirse en el entero universo mediante un método que aísla e ilumina a un objeto tras otro, progresando así de una a otra conexión de hechos, se refleja en la técnica, en cuanto ésta, paso tras paso, se insinúa en dominios siempre nuevos, va transformando el Universo ante nuestra mirada, y le da la forma de nuestra propia imagen”.

Werner K. Heisenberg, *La imagen de la naturaleza en la física actual* (Das Naturbild der heutigen Physik), 1955.

“Porque la esencia de la técnica moderna reposa en lo dispuesto, tiene que aplicar la ciencia natural exacta. De eso surge el engañoso parecer que la técnica moderna es ciencia natural aplicada. Este parecer puede mantenerse mientras no haya indagado suficientemente ni el origen esencial de la ciencia moderna, ni la esencia de la técnica moderna”.

M. Heidegger. *La pregunta por la técnica* (Die Frage nach der Technik), 1949.

Introducción

La firme difusión del enfoque biomimético (término popularizado en los últimos años por la bióloga estadounidense Janine M. Benyus¹ y que procede, a su vez, del binomio griego βίος, *bíos* -vida- y μιμητικός, *mímesis* -imitación-)², ya desde la última década del siglo XX, en el campo de la tecnología aplicada de vanguardia, ha supuesto, en el fondo, dotar de nuevos matices y perspectivas a la mirada escrutadora del investigador o del ingeniero contemporáneo.

El interés depositado en la naturaleza como fondo de provisión de fórmulas prácticas y eficaces a muchos de los problemas humanos hasta entonces irresueltos, acarrea una novedosa modulación en

los focos de interés para el “ojo de la ciencia” (conforme a la afortunada expresión de A. L. Peck)³. Aún cuando esta idea, en realidad, se pierde en la noche de los tiempos y atraviesa los milenios de antigüedad que acompañan a las civilizaciones humanas, sólo ahora la ciencia ha reparado y sopesado con interés las consecuencias prácticas de una postura intelectual que, dependiendo del enfoque interpretativo que se desee ejercer, alberga una enorme carga de indeterminación y ambivalencia. En cierto modo, como si se arrogara en su literalidad el antiguo mitologema jánico⁴, aquí la ciencia presenta también dos caras completamente contradictorias y mutuamente excluyentes (como resultado del grado de consistencia

otorgado a la mediación tecnológica), y las implicaciones que se desprenden respecto a la toma de postura por una o por otra se manifiestan, en términos de sostenibilidad e insostenibilidad antropogénica, en el orden natural a escala planetaria.

Convendría retener este sutil planteamiento, a todas luces elocuente y esclarecedor, porque ocurre, a fin de cuentas, que se ha concedido, a nuestro entender, excesiva trascendencia a las espectaculares innovaciones tecnológicas que se han ido desarrollando mediante la emulación inquisitiva de la funcionalidad natural, mientras que se han obviado las consecuencias de fondo que el enfoque biomimético acarrea en el campo de la epistemología científica y, en última ins-

tancia, en lo que concierne al modelo último de desarrollo humano. Al fin y al cabo, incluso en la ciencia contemporánea de vanguardia no es posible sustraernos a la conducción teórica como guía constitutiva de la actividad fáctica⁵. Es por ello que, en este caso, los árboles no nos han dejado ver el bosque y, desde este punto de vista, resulta imprescindible prestar también atención al trasfondo teórico-reflexivo de la tecnociencia y el modo en que concibe la biomimesis ya que, tal y como nos recuerda Leonardo di ser Piero da Vinci (pionero, a su vez, de la biomimética ingenieril renacentista), “*los que se enamoran de la práctica sin la teoría son como los pilotos sin timón ni brújula, que nunca podrán saber a dónde van*”⁶.



Figura 1. Mimetismo natural. Taturana Oblicua (*Ionomía obliqua*). Imagen: Nelly Kuiru

Claves epistemológicas en la tecnociencia

El desarrollo vertiginoso de la praxis tecnocientífica (término acuñado por el filósofo de la ciencia Gastón Bachelard en 1953⁷ y posteriormente difundido por Bruno Latour en los años ochenta⁸) en tanto que proceso concluyente de las tendencias de ajuste de la investigación científica que se anticipan en la llamada Big Science (Alvin M. Weinberg⁹ &

Derek J. de Solla Price¹⁰) revela transformaciones de gran envergadura que, hasta el momento, no se han calibrado en toda su integridad.

En primer lugar, con la convergencia e inclusión a gran escala de las características (sintetizadas de modo incontrovertible por Hans Radder¹¹), de

los valores esenciales (eficacia, eficiencia, aplicabilidad, utilidad...) y de los patrones procedimentales del sistema y del fenómeno tecnológico (de acuerdo a la terminología de J. Ellul¹²) en la praxis científica moderna y, más allá, en la empresa racional de modelización clásica de la realidad natural, vienen a incorporarse y a sobresalir presupuestos intra-teóricos que dan lugar a la producción de un conocimiento instrumental con fines altamente operativos¹³.

En realidad y salvando las distancias, esta circunstancia ya palpita de forma solapada y en menor medida en las antiguas raíces de la racionalidad occidental, lo que nos obliga a retrotraernos a los preludios incipientes de la comprensión protocientífica, donde se vislumbra un antiguo rasgo elemental de toda propensión intelectual: la perplejidad inherente ante lo que acontece en el mundo real que circunda al ser humano, entendida como un eficaz catalizador para la producción fundamentada del conocimiento. Este asombro especulativo¹⁴, que constituye la antesala para el nacimiento y progreso de la destreza epistémica, queda difuminado históricamente, durante un paulatino y discreto proceso de inversión de valor (entre contemplación y acción) que se remonta, aunque de modo subyacente, a las poderosas abstracciones de los antiguos filósofos griegos (en especial, la escuela atomista), en cuanto se da inicio al bosquejo de una imagen controlable y predecible del mundo, hasta imponerse, en consecuencia y ya a partir de la revolución epistemológica del siglo XVII, un modelo clásico de ciencia activa y operativa. Ciertamente, la audaz aventura de ordenamiento geométrico del mundo, inaugurado hace más de dos mil años de forma esplendente por Euclides (Ευκλείδης), desemboca de manera rutilante, en la puesta en marcha del proyecto mecanicista continental de R. Descartes (siglo XVII) y en la revolución matemática establecida por Galileo (a partir de la cual y, de acuerdo

con Alexandre Koyré, el espacio concreto de la física antigua y medieval, el cosmos en definitiva, va a ver sustituido por un universo abstracto)¹⁵, dejando el espacio expedito para el advenimiento de la mecánica de Newton y su cuadro clásico del mundo (o, lo que Milič Čapek denomina “la idea cinético-corporal de la naturaleza”)¹⁶.

Ahora bien, en este curso histórico, sujeto, no tanto a un proceso de rectilíneo de avance acumulativo, sino más bien a cuantiosas mutaciones (en el sentido dado por G. Bachelard¹⁷) y enconadas contiendas internas en pos de la supremacía heurística dentro del ámbito científico (inspirándonos en el célebre planteamiento teórico de T. Kuhn¹⁸ acerca de la inconmensurabilidad entre paradigmas y el cuestionamiento de la idea de progreso en la ciencia llevada a cabo por las corrientes epistemológicas posteriores), resulta imprescindible prestar atención al exitoso afianzamiento que, en nuestros días, ha logrado (con sus correspondientes variantes e innovaciones), aquella vertiente epistémica de largo alcance que se fundamenta en la instrumentalización inductiva y en el dominio fáctico de la naturaleza, circunstancia ésta preconizada ya por el mismísimo F. Bacon (siglos XVI & XVII)¹⁹.

En tal sentido, se ha de considerar el proyecto baconiano, cuyo papel, digamos de paso, en la fundación de la ciencia clásica se encuentra, sin ninguna duda, incorrectamente sobrevalorado²⁰, como un precedente sin igual de aquella tendencia ligada a la praxis, muy cercana a la “física de la explotación de las cosas” en base a una “ciencia de ingeniero”²¹, que iba a triunfar de modo parcial en el modelo de ciencia clásica (con el descollante corolario de la llamada Revolución industrial) y ya absolutamente tras el cambio axiológico experimentado en las últimas décadas con el advenimiento de lo que se ha venido a denominar como tecnociencia.



Figura 2. Utilización biomimética de alcaloides. Rana Dardo (*Dendrobatidae*). Imagen: Nelly Kuiru

Pero eso no es todo. En segundo lugar, es preciso tener en cuenta el papel de la tecnociencia como fuerza motriz del proceso de globalización contemporánea²², en tanto que, a través de sus cada vez más sofisticadas innovaciones artefactuales, estimula lógicas de mutación perceptiva de las coordenadas espacio-temporales y adquiere una inusitada preponderancia en la conformación de un nuevo escenario humano de interactividad.

Esta inédita situación de centralidad de la ciencia dentro del contexto social moderno acaece tras la progresiva adaptación de las metodologías y estrategias de gestión de la investigación a los criterios de actuación y exigencias particulares de la ciencia industrial (desde Justus von Liebig en adelante)²³ y la definitiva superación de los espacios (fundamentalmente, departamentos universitarios y laboratorios gubernamentales) donde se llevaba a cabo la actividad científica institucionalizada (sumándose a los mismos parques científicos, ciudades científicas, áreas de desarrollo, colaboratorios o laboratorios distribuidos, laboratorios vivos, empresas de base tecnológica, spin off, etc.)²⁴. Nos hallamos en una nueva cultura de la investigación

que enfatiza un modo de hacer ciencia que va más allá de las fronteras impuestas por la academia²⁵ y que viene a finiquitar, debido a su ínsito pragmatismo, el ethos de autonomía ideal asignado al quehacer científico tal y como fue propuesto por R. K. Merton en su momento²⁶.

No obstante, la adopción por parte de la actividad tecnocientífica de una axiología centrada en los criterios finalistas y utilitarios del sistema de producción e innovación contemporáneos conlleva, por un lado, una descontextualización de su metodología exploratoria (Hugh Lacey²⁷) frente a la ciencia clásica, y, por otro, una honda reformulación de su universo de valor y de su capacidad de maniobrabilidad y legitimación en términos éticos en relación con todas aquellas problemáticas humanas en las que, de modo directo o indirecto, lleva a cabo una función protagónica. No es casual, en definitiva, que la orientación con la que avanza la tecnociencia moderna haya entrado en seria consideración como objeto controvertido de debate en lo que tiene que ver con las amenazas de índole ambiental que asolan los ecosistemas a escala planetaria.

Tecno-ciencia & Biomimesis

Este modo concreto de resolver el problema de la legibilidad significativa del mundo (que evoca, tal y como sostiene H. Blumenberg, una experiencia contingente de lo natural como mera disponibilidad²⁸), ha extendido por doquier la presunción, sustentada en un convincente y elemental optimismo racionalista, de una mejora incesante y segura de las condiciones de auto-organización social a través del potencial de perfectibilidad que atesora el desarrollo tecno-científico y, por ende, a la elusión del orden natural como un factor determinante en la evolución, presente y futura, de las capacidades civilizatorias de la vida humana.

En este sentido, la crítica contemporánea a esta perspectiva, en la que subyace un programa doctrinario de antropocentrismo extremo que acrecienta el cisma entre la tecnosfera y la biosfera (tal y como subraya Andrew Dobson, quien distingue entre aquella postura que exalta la supremacía instrumental sobre el mundo y la perspectiva protagórica, más ponderada, sujeta a una gno-seología cuyo valor se fundamenta en el inherente relativismo de la perspectiva humana²⁹), pasa por desechar y reorientar las bases socioeconómicas del proyecto actual de desarrollo humano a escala planetaria, lo que por lógica debe entrañar, al fin y al cabo, la necesidad de reintroducir la naturaleza como una variable esencial de cálculo a la hora de calibrar el alcance e impacto de las externalidades antropogénicas, positivas y negativas, que se producen en todos los planos de la vida terrestre. Nada más cierto a este respecto que lo dicho por el filósofo y antropólogo francés Paul Ricoeur cuando nos recuerda, casi como una exhortación admonitoria, que *“formamos parte de la Naturaleza; hay que volver a situar al ser humano dentro de los ecosistemas. Somos un fragmento de la biosfera, pero el único que está dotado de conocimiento y responsabilidad. Es necesario por ello equilibrar el sentimiento de pertenencia a la naturaleza con el sentimiento de excepcionalidad del ser humano dentro de la naturaleza. Se trata de un equilibrio que hay que reconstruir continuamente”*³⁰.

Ahora bien, la puesta de relevancia del enfoque biomimético, en tanto que disciplina desde la que cabe auspiciar, al menos en apariencia, la valoración de los ecosistemas naturales, no ya como simples reservas extractivas y de suministro, sino, más bien, como modelos referenciales de actividad e interacción metabólica circular y auto-sostenible susceptibles de ser aplicados y transferidos a diferentes contextos sociales, trae como consecuencia lógica el repensamiento profundo del sistema internalista de producción y organización de la praxis tecno-científica contemporánea (que, digamos de paso, apenas conserva puntos de conexión con el *modus operandi* de la ciencia clásica³¹), así como el propio cuadro axiológico y teleológico a través de la cual orienta su actividad, sin olvidar tampoco la visión general de la realidad natural que de ella se desprende. De no ser así, subsiste el riesgo incuestionable de que el concepto de biomimesis acabe siendo fagocitado dentro de las redes operativas de producción del conocimiento científico y que su sistema de referencia representacional (haciendo nuestro el planteamiento de la teoría del Actor-Red, ANT³²) o su trasfondo semiótico pueda verse transformado de acuerdo a criterios estratégicos (como así ha ocurrido con el término de “desarrollo sostenible”, circunstancia que, en los últimos años, ha sido puesta en evidencia desde distintas teorías críticas ligadas, especialmente, al ecosocialismo³³ y al enfoque decrecionista³⁴), hasta el extremo de convertirse en un concepto clave que legitime el mero acercamiento al entorno natural como un acto que refrenda moral y funcionalmente el aprovechamiento utilitarista del mundo natural.

Es por ello que, a nuestro entender, los debates reflexivos en torno a la trascendencia y alcance de la acción biomimética (en su significación tradicional relacionada con la imitación de la naturaleza a la hora de reconstruir los sistemas productivos humanos, con el fin de hacerlos compatibles con la biosfera) no deben limitarse solamente al ámbito de la filosofía ecológica o de la filosofía económica crítica, sino que resulta imprescindible analizar los cambios retórico-ideológicos en el plano

metadiscursivo (en términos de una lectura foucaultiana³⁵) y las consecuencias que acarrea todo ello en el ámbito de la epistemología (teniendo como punto de referencia el Programa

Fuerte de la Escuela de Edimburgo y sus derivas posteriores en el campo de la sociología del conocimiento científico³⁶).



Figura 3. Mimetismo natural. Víbora Pudridora (*Bothrops asper*). Imagen: Nelly Kuiru

Desde este punto de vista, la biomimesis, entendida como una noción base desde la que se incentiva la coevolución ajustada de los sistemas humanos y los sistemas naturales (de acuerdo con la perspectiva desarrollada por Richard B. Norgaard³⁷), permite ampliar el debate en torno a las visiones generales y los fines últimos que guían la praxis tecnocientífica, más allá de las restricciones impuestas por parte de la biomimética o biognosis ingenieril³⁸.

No se trata de una cuestión baladí. En la medida en que la tecno-ciencia se ha convertido en los últimos decenios en el impulsor y agente de globalización más importante (no hay más que revisar, al respecto, los datos del UNESCO Science Report, 2010), el desatender todo lo que concierne a este asunto supondría no abordar en toda su complejidad el problema contemporáneo en torno al desarrollo sostenible. Por lo tanto, uno de los problemas esenciales que se suscitan en torno al principio biomimético es que la inspiración y la

búsqueda de la viabilidad funcional en el terreno de los procesos naturales no llegue a estimular, de modo paralelo, una reorientación de calado en los esquemas operacionales y finalistas de la praxis tecno-científica, sino que más bien, suponga ahondar en la consideración de la biodiversidad como un inmenso reservorio de propiedades, características y funciones sujeto a una lógica de intervención puramente instrumental.

Biomimesis: más allá de una ingeniería inversa sobre la naturaleza

Si se presta atención al paradigma biomimético que ha imperado, desde el inicio de la década de los noventa hasta nuestros días, en determinadas disciplinas y áreas del conocimiento vinculadas a la investigación aplicada que se han demostrado claves en la acelerada propagación de la tecno-ciencia contemporánea (por ejemplo, la ciencia de los biomateriales, la nanotecnología, la biotecnología, la farmacología, la óptica, la arquitectura,

la robótica, la bioingeniería, etc.), cabe llegar a la conclusión de que, en realidad, no ha traído como consecuencia un cambio substancial en las concepciones de fondo, en las lógicas de transferencia de conocimiento o en los procedimientos operativos que caracterizan al desarrollo tecnológico moderno.

Desde este punto de vista, la introducción de la perspectiva biomimética en los modos de experimentación, innovación e, incluso, explotación comercial por parte de laboratorios de vanguardia, institutos de investigación o empresas de alta tecnología, no ha supuesto, aunque, en efecto, difiera de la bio-utilización o de las tecnologías de bio-asistencia, la apertura de líneas de reflexión novedosas o de gran alcance dentro de las corrientes establecidas en los estudios STS (*Science and Technology Studies*)³⁹. Y la razón de ello es que, en el fondo, ha imperado la tendencia a explorar los procesos de funcionalidad natural como fuente de inspiración en el diseño de invenciones que se revelan mucho más eficaces para la resolución

de problemas prácticos en el contexto de las sociedades humanas, pero, eso sí, bajo unas coordenadas específicas de interacción gnoseológica entre los equipos de innovación y desarrollo tecnológico y el propio entorno natural (ya sea desde el diseño a la biología o viceversa) que se asemejan más a lo que se podría reconocer como una especie de “ingeniería inversa” (es decir, la mera obtención de información o un diseño útil a partir de los modelos biológicos de la naturaleza, con el fin de determinar de qué está hecho, qué lo hace funcionar y cómo se alcanzó tal o cual propiedad en el estadio evolutivo).

La naturaleza se convierte, de este modo, en un gigantesco y casi inagotable “banco de ideas” no sometido a las restricciones de las leyes internacionales de propiedad intelectual, cuya fértil potencialidad acaba siendo materializada en un sistema procedimental de diseño e innovación para ser introducida, posteriormente, dentro de la lógica competitiva del mercado.



Figura 4. Aplicación biomimética de la aerodinámica de los odonatos. Libélula amazónica. Imagen: Nelly Kuiru

Desde esta perspectiva, a todas luces marcadamente reduccionista, la puesta de relevancia del concepto biomimesis en la literatura científica ha conseguido incrementar el propio valor de la naturaleza, no tanto como un bien en sí mismo que asegura la vida sobre el planeta (bajo la óptica, más allá del naturalismo acrítico, de una sofisticada ética sensocéntrica y biocéntrica⁴⁰), sino como expresión de una inteligencia evolutiva que permite contribuir, bajo una óptica de rentabilidad económica, a la resolución de los problemas fácticos en el sistema humano. No hay más que señalar algunos ejemplos de gran representatividad, a cada cual más espectacular, en los que se aplica los modelos de inspección y diseño biomimético, para evidenciar tal circunstancia.

De este modo, y dentro del área amazónica, cabe citar los trabajos de la Universidad Internacional de Florida (a través de su departamento de ciencias biológicas) en torno a la aplicación de los sistemas de protección contra el exceso de irradiación lumínica desarrollados, a través del componente de iridiscencia azul de sus hojas, por ciertas plantas del sotobosque sombrío amazónico, a ciertos sistemas de protección de reactores químicos o superficies fotosensibles⁴¹; por otra parte, el Departamento de Ingeniería mecánica y aeroespacial de la Universidad de California (San Diego) estudia la conformación física y la reducida masa del pico del Tucán (*Toco tucan*), compuesto por una espuma y membranas de proteína en el interior y por capas hexagonales de queratina en la parte exterior, con el objeto de explorar la posibilidad de desarrollar sofisticados componentes para aviones ultraligeros⁴²; en dicho Departamento de la Universidad de California (dentro del programa de Ciencia de los Materiales) estudian también las escamas del Pirarucu (*Arapaima gigas*), compuestas internamente de fibras de colágeno y externamente de un revestimiento altamente mineralizado, con el fin de producir materiales compuestos flexibles que se combinen con superficies cerámicas duras⁴³; al mismo tiempo, en ciertas corrientes y equipos de trabajo en el campo de la arquitectura se estudia la capacidad de las

hormigas (*Mycocepurus goeldii*) para evitar inundaciones (mediante el cultivo de hongos) y generar microclimas a través de construcciones en forma de árbol con la idea aplicar dichas propiedades al diseño de casas subterráneas⁴⁴; en el Laboratorio de Física del Estado Sólido de la Universidad de Namur se investiga el exoesqueleto del escarabajo Hércules (*Dynastes hercules*), y su propiedad de modificar su color en relación con el grado de humedad existente, para implementar sensores de humedad; así mismo, en varios centros de óptica se investiga el sistema ocular de las pirañas (*Pygocentrus*), cuya capacidad de captar la longitud de onda correspondiente al rojo le permite ver en las aguas oscuras del Amazonas, para aplicarlo a sistemas de navegación en alta mar y submarina⁴⁵. No nos vamos a extender más porque la lista de ejemplos, ciertamente, llega a ser interminable.

Ahora bien, convendría tener en cuenta que este nuevo punto de referencia en lo que tienen que ver con los procesos de interpretación de los ciclos, dinámicas y propiedades funcionales de los sistemas naturales y con los propios modelos de adaptación iterativa con el entorno ecosistémico puestos en marcha por la pujante tecno-ciencia contemporánea no supone necesariamente una reorientación internalista de su praxis transformadora a escala planetaria en base al principio de precaución (ya que difiere y va más allá del mero cumplimiento de los criterios de actuación bajo el enfoque de la ingeniería biomimética)⁴⁶ y al principio del límite (de acuerdo a la filosofía de la responsabilidad desarrollada por Hans Jonas)⁴⁷. La demostración más evidente de que lo que se afirma aquí posee trazas de verosimilitud es la creciente convicción en determinados círculos científicos, aunque por ahora únicamente en el plano de la especulación teórica, de la factibilidad tecnológica, cada vez más cercana en el tiempo, de sortear la escasez drástica de recursos naturales terrestres mediante la terraformación⁴⁸, esto es, la creación de biosferas en otros hábitats planetarios o, simplemente, la explotación de recursos mediante la colonización de otros planetas.



Figura 5. Mimetismo natural. Rana Cornuda (*Ceratophrys cornuta*). Imagen: Nelly Kuiru

En este sentido y como respuesta de lo anterior, han aparecido en escena diversos autores, como los ya citados Janine M. Benyus o Jorge Riechmann, que defienden la necesidad de una interpretación más profunda y de mayor alcance para el concepto de biomimesis. Lejos de limitarse a corroborar la validez práctica de la ingenierización de la biología a nivel de los organismos aislados, obviando de esta forma el contexto vital en el que éstos se desarrollan, se considera más adecuado vindicar un enfoque global, que preste atención, sobre todo, a la lógica innata de interdependencia desde la que emergen y conservan los ecosistemas naturales. Precisamente y con la vista puesta en este aspecto, Janine M. Benyus llega a identificar y señalar 10 propiedades esenciales privativas de los sistemas naturales:

1. Funcionan a partir de la luz solar
2. Usan solamente la energía imprescindible
3. Adecúan forma y función
4. Lo reciclan todo
5. Recompensan la cooperación
6. Acumulan diversidad
7. Contrarrestan los excesos desde el interior
8. Utilizan la fuerza de los límites
9. Aprenden de su contexto
10. Cuidan de las generaciones futuras

A decir verdad, el impacto teórico de lo expresado por J. M. Benyus resulta ilustrativo para comprender que, hasta cierto punto, nos hallamos ante una encrucijada en lo que atañe a las tendencias futuras de la racionalidad tecno-científica. Quien analice con cierto detalle (y alejado de toda pretensión tecnofóbica) las implicaciones resultantes del empleo en el discurso científico de la noción de biomimesis reconocerá sin dificultad un disyuntiva de gran calado: o bien se recurre de modo particular a las resoluciones operativas concretas que se reconocen en el entorno natural con el claro propósito de paliar instrumentalmente las externalidades negativas (causadas por la gestión lineal e insostenible de los flujos de materia y energía) que acompañan a la economía capitalista industrial o, por el contrario, se favorece una perspectiva más incluyente y general, desde la que se posibilite reformar los sistemas organizativos que vertebran el espacio socioesférico y tecnosférico hasta lograr consolidar un patrón metabólico de intercambio material circular, absolutamente compatible y coactuante con la biosfera.

Conclusión

A tenor de todo lo expuesto con anterioridad, cabe afirmar que la prospección del paradigma biomimético posee la virtualidad de resituarnos en el centro de la recurrente controversia acerca la supuesta neutralidad de valores *-Wertfreiheit-* en la estructura proposicional “objetiva” consensuada por la comunidad científica (puesta sobre la mesa de modo emblemático por M. Weber en 1919⁴⁹) y en las directrices finalistas del avance tecnocientífico teniendo en cuenta sus impactos sobre el medio ambiente a escala mundial. La biomimesis puede servir, además, de referente universal normativo y compensatorio frente a la incuestionable ausencia de una “visión o sentido del mundo” que rijan la actividad de la tecno-ciencia contemporánea, considerada como un sistema de conocimiento organizado sobre la base de un alto nivel de especialización. Pero tampoco debe pasar inadvertido que el enfoque biomimético refuerza el giro descriptivo de la existencia como una realidad compleja e implicada (siguiendo a David Bohm⁵⁰). Detrás del principio biomimético de interdependencia co-evolutiva de toda interacción vital palpita una idea de organización compleja que viene a afectar, no sólo a los organismos biológicos, sino también a los sistemas sociales modernos, espacios autorreferenciales (“autopoieticos” diría Niklas Luhmann, trasladando el neologismo propuesto por H. Maturana y F. Varela al medio social⁵¹) que se regulan y acoplan estructuralmente mediante la permeabilidad selectiva de los influjos y relaciones con el medio ambiente. Se trata, en definitiva, de considerar la biomimesis como punta de lanza de un proyecto de desarrollo humano que se fundamenta en la certidumbre elemental de que tanto el espacio social como el natural constituyen, a fin de cuentas, sistemas sinérgicos y cooperativos.

Fotografías

Área selvática (Leticia, Amazonas, Colombia)

Literatura citada

1. Benyus, J. M. (2012). *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores.
2. Benyus, J. M. & Lehn, J-M. (2012). *Bioinspiration and Biomimicry in Chemistry. Reverse-Engineering Nature*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Publication.
3. Čapek, M. (1965). *El impacto filosófico de la física contemporánea*. Madrid: Tecnos.
4. Dobson, A. (1997). *Pensamiento político verde: una nueva ideología para el siglo XXI*. Barcelona: Paidós.
5. Dryzek, John S., David Schlosberg, & Richard B. Norgaard. (eds). (2011). *The Oxford Handbook of Climate Change and Society*. Oxford University Press. Oxford.
6. Hargroves, K. D. & Smith, M. H. (2006). 'Innovation inspired by nature Biomimicry'. *Ecos*, (129), 27-28.
7. Jonas, H. (1995). *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Barcelona: Editorial Herder.
8. Jonas, H. (1997). *Técnica, medicina y ética: sobre la práctica del principio de responsabilidad*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
9. Koyré, A. (2001). *Estudios Galileanos*. México, D. F.: Siglo XXI editores.
10. Koyré, A. (1979). *Del mundo cerrado al universo infinito*. Madrid: Siglo XXI editores.
11. Lakhtakia, A. & Martin-Palma, R. J. (2013). *Engineered Biomimicry*. Amsterdam: Elsevier.
12. Lee, D. & Thompson, M. (2011). *Biomimicry: Inventions Inspired by Nature*. New York: Kids Can Press.
13. Norgaard, R. B. (1994). *Development Betrayed: The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*. London and New York. Routledge.
14. Passino, K. M. (2004). *Biomimicry for Optimization, Control, and Automation*. New York: Springer-Verlag.
15. Riechmann, J. (2006). *Biomimesis. Ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*. Madrid: Catarata.
16. Riechmann, J. (2003). *Todos los animales somos hermanos*. Granada: Universidad de Granada.
17. Riechmann, J. (2000). *Un mundo vulnerable*. Madrid: La Catarata.
18. Riechmann, J. (2004). *Gente que no quiere viajar a Marte*. Madrid: La Catarata.
19. Shuker, KPN. (2001). *The Hidden Powers of Animals: Uncovering the Secrets of Nature*. London: Marshall Editions Ltd.

NOTAS

- 1 Se considera que Janine M. Benyus (1958-...), cuya obra se ha convertido en una referencia de consulta esencial a este respecto, es la divulgadora más reconocida en la actualidad de aquella disposición del ser humano, que se pierde en la noche de los tiempos, hacia la especulación o la indagación productiva, en base al aprendizaje y la emulación de la “sabiduría” atesorada por la naturaleza. De acuerdo con esta autora la biomimesis se funda en tres principios básicos:
 1. *La naturaleza como modelo. La biomimesis es una nueva ciencia que estudia los modelos de la naturaleza para imitar o inspirarse en los diseños o procesos biológicos para resolver problemas humanos.*
 2. *La naturaleza como medida. La biomimesis se vale de un estándar ecológico para juzgar la ‘corrección’ de nuestras innovaciones. Después de 3.800 millones de años de evolución, la naturaleza ha descubierto lo que funciona, lo que es apropiado y lo que perdura.*
 3. *La naturaleza como mentor. La biomimesis es una nueva manera de contemplar y valorar la naturaleza. Inicia una era basada no en lo que podemos extraer del mundo natural, sino en lo que éste puede enseñarnos.* Benyus, J. M. *Biomimesis. Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza.* Barcelona: Tusquets Editores, 2012, p. 13.
- 2 No entraremos en este texto a dirimir la arcaica y enraizada distinción predominante en la cultura griega de los términos bíos (βίος) y zoé (Ζωή), que, de modo tan valioso, han puesto de relevancia destacados filósofos e historiadores de las ideas como, por ejemplo, Giorgio Agamben, Michel Foucault, entre otros.
- 3 Citado en Kuriyama, S., *The expressiveness of the body and the divergence of Greek and Chinese medicine.* New York: Zone Books, 1999, p. 128.
- 4 Nos referimos, claro está, a la deidad romana representada con dos rostros unidos por la línea de la oreja y la mandíbula, mirando en direcciones contrapuestas, ya que se le había otorgado la capacidad de conocer el pasado y el futuro, de abrir y cerrar a voluntad todo lo que se hallaba en la Tierra, de dar comienzo y fin a todo lo existente.
- 5 Coincidimos absolutamente con Alexandre Koyré cuando afirma que “...la ciencia, la de nuestra época, como la de los griegos, es esencialmente teoría, búsqueda de la verdad y que por esto tiene, y siempre ha tenido, una vida propia, una historia inmanente y que sólo en función de sus propios problemas, de su propia historia, puede ser comprendida por sus historiadores.” Véase en *Estudios de historia del pensamiento científico.* Madrid: Siglo XXI, p. 385.
- 6 Esta cita se encuentra contenida en su *Trattato della pittura*, conjunto de manuscritos reunidos por Francesco Melzi en torno a 1542 y publicados por vez primera por Raffaello du Fresne en 1651.
- 7 Bachelard, G. *La materialisme rationel*, Paris: PUF, 1953.
- 8 Latour, B. *La Science en action.* Paris: La Découverte, 1989.
- 9 Weinberg, Alvin M. (21 July 1961). “Impact of Large-Scale Science on the United States?” *Science* 134 (3473): 161–164.
- 10 Solla Price, D. J (1963). *Little Science, Big Science.* New York: Columbia University Press.
- 11 Realizabilidad, sistematicidad, heterogeneidad, relación con la ciencia, división del trabajo. Véase al respecto, Radder, H. *The material realization of science. From Habermas to experimentation and referential realism.* Dordrecht: Springer, 2012; Radder, H. Nordmann, A. & Schiemann, G. (Eds.). *Science transformed? Debating claims of an epochal break.* Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2011; Radder, H. *The World Observed / The World Conceived.* Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2006.
- 12 El fenómeno tecnológico, propio de la modernidad, transforma todas las actividades, vinculándolas enteramente a la técnica de la industria, y lo convierte en un proceso ilimitado. Véase al respecto, Ellul, J. (1989). *Le bluf technologique.* París: Hachette; Ellul, J. (1977). *Le systéme technicien.* París: Calmann-Levy.
- 13 De ahí podría inferirse la pertinencia de un análisis en profundidad sobre la naturaleza de la tecnología, aspecto que, por lo demás, no se va a ser tratado en este artículo, en base a las diferentes líneas heurísticas dominantes dentro de la sociología de la tecnología: enfoque de sistemas (Thomas Hughes), enfoque constructivista social (Wiebe Bijker & Trevor Pinch) y el enfoque de actor-red (Michel Callón & Bruno Latour).
- 14 En relación con ello, tan sólo señalar (ya que no es objeto central en este ensayo) la existencia en el imaginario occidental de una fecunda tradición, cuya pujanza llega hasta nuestros días (desde Aristóteles a M. Heidegger, desde I. Newton hasta A. Einstein), que entrelaza este principio actitudinal radical frente al mundo y el acto teórico de la filosofía natural o de la ciencia misma.
- 15 Véanse al respecto dos clásicos del autor: Koyré, A. *Estudios Galileanos.* México, D. F.: Siglo XXI editores, 2001. Koyré, A. *Del mundo cerrado al universo infinito.* Madrid: Siglo XXI editores, 1979.
- 16 No referimos, claro está a Čapek, M. *El impacto filosófico de la física contemporánea.* Madrid: Tecnos, 1965. A este respecto, resulta también de interés Cohen. I. B. *The Newtonian Revolution.* Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- 17 Bachelard, G. *La formación del espíritu científico: contribución a un psicoanálisis de conocimiento objetivo.* México D. F.: Siglo XXI, 2007.
- 18 Kuhn, T. S. *La Estructura de las revoluciones científicas.* Madrid: Fondo de Cultura Económica, 2006.
- 19 A través de dos de sus obras clásicas, a saber, *Novum Organum Scientiarum* (1620) y *Nova Atlantis* (1627).
- 20 “Lo de “Bacon, iniciador de la ciencia moderna” es una broma, de muy mal gusto, que todavía repiten los manuales. En realidad, Bacon no comprendió nunca nada de la ciencia.”

Koyré, A. *Estudios Galileanos.* México, D. F.: Siglo XXI editores, 2001, p. 2.

21 Citado en Koyré, A. *Estudios Galileanos.* México, D. F.: Siglo XXI editores, 2001, p. 2.

- ²² Para conocer en profundidad el fenómeno de la globalización, sin duda hay que remitirse al filósofo alemán Peter Sloterdijk y su monumental trilogía sobre la esfericidad.
- ²³ Habrá que recordar en este punto que la ciencia industrial comenzó a desarrollarse con vigor en Alemania durante el último tercio del siglo XIX a partir de las aplicaciones derivadas del desarrollo del electromagnetismo, la industria de los tintes basada en la química orgánica, los motores de combustión interna en base a los principios de la termodinámica, etc. Por su parte y a comienzos del siglo XX, empresas de EE.UU. como la *General Electric* y la *American Telephone and Telegraph* (ATT) transformaron sus pequeños laboratorios para trabajos rutinarios en auténticos centros de I+D+I.
- ²⁴ La ciencia se convierte en eje vertebrador de un espacio dinámico de innovación y transferencia tecnológica entre la universidad, la empresa y el gobierno bajo un modelo que Henry Etzkowitz y Loet Leydesdorff denominan de Triple Hélice (en la actualidad ya se está hablando de una Cuádruple Helice en el que se incluye el papel creciente del usuario - T. Liljemark; R. M. Yawson; J. Eriksson; T. Hämäläinen-). Véase al respecto, Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. "A Triple Helix of University-Industry-Government Relations", *Minerva* 36 (1998) 203-288.
- ²⁵ De hecho, se habla ya del advenimiento de una ciencia Modo 2 (Michael Gibbons, Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott & Martin Trow), de una Ciencia Postacadémica (John Ziman) o de una Ciencia Postnormal (Silvio Funtowicz & Jerome Ravetz).
- ²⁶ Centrado en cuatro criterios básicos: Universalismo (las pretensiones de verdad se someten a criterios impersonales preestablecidos); Comunismo (los logros de la ciencia son propiedad común); Desinterés (los científicos no han de perseguir en sus investigaciones fines personales); Escepticismo institucionalizado u organizado (los resultados de la ciencia se consideran siempre revisables en función del desarrollo de la misma).
- ²⁷ Lacey, H. Reflections on science and technoscience. *Scientiæ Studia*, São Paulo, v. 10, pp. 103-28, 2012.
- ²⁸ Blumenberg, H. *La legibilidad del mundo*. Barcelona: Ediciones Paidós, 2000, p. 13.
- ²⁹ Nos referimos, claro está, a la división que establece entre *human-instrumental anthropocentrism* y *human-centred anthropocentrism*, la cual hace referencia al ya clásico principio del famoso sofista griego, Protágoras de Abdera (Πρωταγόρας): "El hombre es la medida de todas las cosas, de las que son en cuanto que son, de las que no son en cuanto que no son" (πάντων χρημάτων μέτρον ἐστὶν ἄνθρωπος, τῶν δὲ μὲν ὄντων ὡς ἔστιν, τῶν δὲ οὐκ ὄντων ὡς οὐκ ἔστιν). Véase al respecto: Dobson, A. *Pensamiento político verde: una nueva ideología para el siglo XXI*. Barcelona: Paidós, 1997.
- ³⁰ Ricoeur, P. 'L'Éthique, le politique, l'écologie'. *Écologie Politique*, nº 7, 1993, p. 14.
- ³¹ Ciertamente, la praxis científica, durante el siglo XX, ha experimentado dos transformaciones de gran calado: a partir de la segunda guerra mundial, con la propagación de la llamada "Big Science" (remitimos a los artículos clásicos de Alvin M. Weinberg -'Impact of Large Scale Science on the United States' *Science*, vol. 134, nº 3473, 1961- y de Derek John de Solla Price -*Little Science, Big Science and Beyond*. New York: Columbia University Press, 1986-) y, en las últimas décadas, con el advenimiento de la denominada "Tecno-Ciencia" (término ideado por Bruno Latour en 1983, en su obra referencial *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad ¿Quién hace la Ciencia realmente?* Barcelona: Labor, 1992).
- ³² En referencia a esta interesante teoría, remitimos a la obra de Bruno Latour, Michel Callon, Geoffrey C. Bowker o Susan Leigh Star.
- ³³ Además de a Jorge Riechmann, en esta corriente podemos destacar autores como David Pepper, Michael Löwy, Joel Kovel, David Keith Orton, Ramachandra Guha, Barry Commoner, entre otros.
- ³⁴ En lo que tiene que ver con este enfoque, resulta preciso consultar la obra de Nicholas Georgescu-Roegen, Herman Daly, François Schneider y, por supuesto, de Serge Latouche, tal vez el más conocido de todos.
- ³⁵ Tal vez sea el historiador de las ideas y filósofo francés Michel Foucault (1926-1984) quien de forma más brillante y profunda ha puesto de relevancia la convergencia entre discurso y poder. Especialmente significativo y altamente recomendable resulta su discurso inaugural en el Collège de France, *L'ordre du discours (El orden del discurso)*, allá por el año 1970.
- ³⁶ EL programa empírico de relativismo (programa EPOR, desarrollado por H. Collins y T. Pinch), los Estudios de Laboratorio (B. Latour, S. Woolger y K. Knorr-Cetina), el programa SCOST (*Social Construction of Science and Technonology*: W. Bijker & T. Pinch) o la ya mencionada teoría de Actor-Red.
- ³⁷ Resulta de interés en este punto consultar los siguientes artículos de este autor: Norgaard, R. B. & Kallis, G. 'Co-evolutionary ecological economics', *Ecological Economics*, 69.4 (2010): 690-699; Norgaard, R. B. & Gual, M. A. 'Bridging ecological and social systems coevolution: A review and proposal', *Ecological economics*, 69.4 (2010): 707-717.
- ³⁸ Término citado en Riechmann, J. *Biomimesis. Ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autoconciencia*. Madrid: Catarata, 2006, p. 189.
- ³⁹ Aquí entran en escena autores de gran repercusión en el estudio de la ciencia y tecnología como Carl Mitcham, Langdon Winner, Stephen H. Cutcliffe o Paul Durbin.
- ⁴⁰ Véase al respecto, la obra de Peter Singer, Fritz Jahr, Tom Regan, Angelika Krebs, Paul Taylor, Leena Vikka o Nicholas Agar, entre otros.
- ⁴¹ Lee, D; Kelley, J & Richards, J. H. 'Blue Leaf Iridescence as a By-product of Photoprotection', *Tropical Rainforest Understorey Plants. Botanical Society of America*, 2008.
- ⁴² 'Science Concentrates: Secrets of toucan beak revealed'. *Chem. Eng. News*. 83(50), 2005.
- ⁴³ Meyer M. A; Lin YS; Olevsky EA & Chen P-Y. 'Battle in the Amazon: Arapaima versus Piranha', *Advanced Engineering Materials*, 14: B1-B10, 2012.

- ⁴⁴ Rabeling, C.; Verhaagh, M. & Engels, W. 'Comparative study of nest architecture and colony structure of the fungus-growing ants, *Mycocepurus goeldii* and *M-smithii*'. *Journal of Insect Science*. 7(40): 1-13, 2007.
- ⁴⁵ Shuker, KPN. *The Hidden Powers of Animals: Uncovering the Secrets of Nature*. London: Marshall Editions Ltd, 2001.
- ⁴⁶ El «principio de precaución», concepto procedente del vocablo alemán "Vorsorgeprinzip", promueve el control y la reducción anticipativa de los posibles riesgos o efectos negativos para la salud pública y el medio ambiente de una actividad tecno-científica con un alto grado de incertidumbre en los protocolos de evaluación de resultados.
- ⁴⁷ El enunciado jonasiano, inspirado en el imperativo categórico kantiano, «actúa de tal manera que los efectos de tu acción sean compatibles con la permanencia de la vida humana auténtica sobre la Tierra», constituye una apelación a construir un modelo específico de progreso que tenga en cuenta la limitación de recursos, lo que impele a economizar (gestión ecológicamente viable de recursos locales) y a mantener dicho compromiso a lo largo del tiempo (distribución intergeneracional de recursos escasos y no renovables). Véase al respecto, Jonas, H. *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Barcelona: Editorial Herder, 1995; Jonas, H. *Técnica, medicina y ética: sobre la práctica del principio de responsabilidad*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1997.
- ⁴⁸ Dentro de este asunto, relacionado con lo que se denominó en su momento como ingeniería planetaria (Carl Sagan) o modelación planetaria (Joel Levin) se producen los mismos problemas correspondientes a la conformación de un modelo medioambiental que sea refractario al antropocentrismo radical y tendente a constituir una ética cosmocéntrica. Recordemos al respecto de la explotación de los recursos naturales de la Luna y de otros cuerpos celestes el "Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes", resolución 2222 (XVI) de 1967 promulgado por la ONU.
- ⁴⁹ *Wissenschaft als Beruf*, München und Leipzig 1919, GAW 582–613.
- ⁵⁰ Véase al respecto, Bohm, D. *Wholeness and the Implicate Order*. London: Routledge, 1980.
- ⁵¹ Para una visión sinóptica del concepto, véase Luhmann, N. *Sistemas sociales*. Barcelona: Anthropos, 1998; Maturana, Humberto R. *De Máquinas y Seres Vivos, autopoiesis de la organización de lo vivo*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1997.

Perspectiva interdisciplinaria del ordenamiento alimentario y derecho del consumidor en Argentina

Interdisciplinary perspective of food legislation and consumer's rights in Argentina

Perspectiva interdisciplinar do ordenamento alimentar e direito do consumidor em Argentina

Juliana Zapata Galvis¹ & Jairo Vladimir Llano Franco²

¹Abogada, Magister en Derecho Ambiental, estudiante de Doctorado en Derecho de la Universidad de Buenos Aires, Beca Conicet. ²Antropólogo, Especialista en Antropología Jurídica, Doctor en Derecho.

¹Becaria CONICET. Universidad de Buenos Aires. Argentina. ²Profesor e investigador de la Maestría en Derecho Constitucional de la Universidad Libre Seccional Cali. Colombia

¹juli8605@hotmail.com, ²jairoderecho1@hotmail.com

Resumen

Este artículo de investigación revisa los debates contemporáneos sobre el sistema alimentario y el derecho del consumidor. Metodológicamente, se aborda esta discusión desde una perspectiva interdisciplinaria, partiendo de conceptos de la sociología y la antropología jurídica como es el análisis del sistema-mundo en la garantía del derecho fundamental a la alimentación, a la vez se contempla el lugar que tienen los países de América Latina en la producción y exportación de alimentos. Se realiza un análisis desde el sistema-mundo, clasificando los Estados que tienen mayor producción agrícola y exportan alimentos determinando así los Estados centrales y semiperiféricos que pretenden cumplir con el derecho fundamental a la alimentación y los periféricos que tienen dificultades para llevar a cabo el derecho a la alimentación. Para profundizar un poco en la deliberación del derecho a la alimentación y su impacto en los ciudadanos se presentan argumentos jurídicos de Argentina y España. Se encontró que en los países del Cono Sur hay un lugar privilegiado de Estados centrales con respecto a los alimentos, situación que en ciertas circunstancias es contradictoria por la dificultad que tienen ciertos ciudadanos para

mantener una dieta equilibrada y sana. Se concluye que el derecho fundamental a la alimentación que se encuentra plasmado en los tratados y convenios internacionales de derechos humanos, en algunos Estados se encuentra vulnerado.

Palabras clave: sistema alimentario, derecho a la alimentación, sistema-mundo, América Latina, derecho del consumidor

Abstract

This research article reviews the contemporary debates about the food system and the consumer's rights. Methodologically, this discussion is approached from an interdisciplinary perspective, starting from sociology's and juridical anthropology's concepts like the analysis of the world-system as a guarantee for the fundamental right to food, at the same time the place of Latin American countries in food production and exportation is contemplated. An analysis from world-system is made, classifying the States with higher agricultural production and that export food, determining with this the central and semiperipheral States that expect to fulfill the fundamental right to food and the peripheral

ones that have difficulties to accomplish the right to food. In order to go further about the right to food deliberation and its impact into the citizens, arguments from Argentina and Spain are presented. It was found that inside Southern Cone countries there is a privileged place for central States regarding the food, a situation that in some circumstances is contradictory due to the difficulty that some citizens have in order to keep a balances and healthy diet. It is concluded that the fundamental right to food that is written in international human rights treaties and agreements, in some States it is violated.

Key-words: food system, right to food, world-system, Latin America, consumer's right

Resumo

Este trabalho de pesquisa analisa os debates contemporâneos sobre o sistema alimentar e direitos dos consumidores. Metodologicamente, esta discussão é abordada a partir de uma perspectiva interdisciplinar, com base em conceitos de sociologia e antropologia jurídica, como a análise do sistema-mundo na garantia do direito fundamental

à alimentação, Ao tempo é contemplado o lugar dos países da América Latina na produção e exportação de alimentos. É feita uma análise a partir do sistema-mundo categorizando os estados que têm a maior produção agrícola e exportam alimentos, determinando assim os estados centrais e semienterrais com a intenção de respeitar o direito fundamental à alimentação e periféricos que têm dificuldade para levar a cabo o direito á alimentação. Para deliberar um pouco do direito à alimentação e o seu impacto sobre os cidadãos, apresenta-se argumentos jurídicos da Argentina e Espanha. Verificou-se que os países do Cone Sul é um lugar privilegiado dos Estados centrais em alimentos, que, em certas circunstâncias, é contraditório pela dificuldade de certos cidadãos para manter uma dieta equilibrada e saudável. Concluiu-se que o direito fundamental à alimentação está consagrado em tratados e convenções internacionais sobre direitos humanos, em alguns estados é violada.

Palavras-chave: sistema alimentar, direito á alimentação, o sistema-mundo, América Latina, os direitos do consumidor

Introducción

Este artículo revisa los debates contemporáneos sobre el sistema alimentario y el derecho del consumidor en un contexto donde la alimentación como derecho fundamental ha adquirido un notable protagonismo por la situación de constante crecimiento de la población a nivel mundial y por la escasez que se presenta en ciertos lugares por circunstancias ambientales; configurando a nivel internacional Estados con garantías para que el derecho fundamental a la alimentación sea cumplido casi a plenitud, otros países se encuentran en proceso de cualificar estrategias para su garantía, mientras que un determinado grupo de Estados no logran cumplir con el derecho a la alimentación, presentándose situaciones de hambruna y desnutrición.

En la primera parte del artículo se realiza un análisis desde el sistema-mundo, clasificando los Estados que tienen mayor producción agrícola y exportan alimentos determinando así los Estados centrales y semiperiféricos que pretenden cumplir con el derecho fundamental de la alimentación y los periféricos que tienen dificultades para llevar a cabo el derecho a la alimentación, también se explica cómo en el contexto de los alimentos, la clasificación sistema-mundo sufre transformaciones debido a que aparecen Estados que no se encontraban como protagonistas en términos económicos globales pero que en la producción de alimentos son importantes, como los Estados latinoamericanos; posteriormente se expone el protagonismo de los países de la región en la

producción de alimentos con calidad de exportación, teniendo como los más reconocidos en su estrategia de expansión a los Estados del Cono Sur, particularmente, Brasil y Argentina. A continuación se realiza un análisis comparado de la alimentación con respecto al derecho del consumidor, para profundizar en los beneficios y dificultades que se tienen por parte del consumidor en un complejo contexto de producción de alimentos orgánicos y de transgénicos, donde estos últimos han impactado la dieta de los ciudadanos en Argentina y otros Estados en el mundo, y que precisamente determina el debate de si este consumo transgénico afecta negativamente la salud de los ciudadanos. Para profundizar un poco en la deliberación del derecho a la alimentación y su impacto en los ciudadanos se presentan argumentos jurídicos de Argentina y España.

La alimentación en un contexto global

Entre los derechos considerados fundamentales en las constituciones de los Estados contemporáneos y en el Derecho Internacional Público se encuentra el derecho a la alimentación, plasmado en la Declaración Universal de los Derechos Humanos en el art. 25. : “Toda persona tiene derecho a un nivel adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación”, postulado que en el siglo XXI se encuentra en amplio debate, debido a la desigualdad con la cual se accede a los alimentos por parte de la población mundial; incluso, al plantearse una alimentación adecuada y nutritiva las consideraciones son todavía más complejas, debido a que en ciertas regiones del mundo la posibilidad de adquirir alimentos básicos para sobrevivir es una dificultad mayor.

Para comprender este escenario de la garantía del derecho a la alimentación en el contexto global, se realiza una clasificación de los Estados centrales, semiperiféricos y periféricos, incorporando variantes como los contextos de mayor producción de alimentos y de recursos naturales que posibilitan la reproducción humana; la clasificación de los

Estados se soporta en el análisis del sistema-mundo y la estructura jerárquica global: “..., el capitalismo se ha estructurado siempre desde una estructura jerárquica, profundamente desigual y asimétrica, estructura tripartita que divide el planeta en un pequeño núcleo de países o zonas muy ricas que conforman el centro del sistema, junto a una también pequeña zona intermedia de países y zonas que detentan una moderada riqueza y que son la semiperiferia, y al lado de una muy vasta periferia pobre y explotada, que constituye la inmensa mayoría de zonas y naciones del mundo, y como ancha base del sistema en su conjunto soporta tanto la semiperiferia como el centro de este mismo sistema capitalista” (Rojas, 2007, p. 19)

Los Estados centrales según la clasificación del sistema-mundo se encuentran en lo que se denomina en tiempos de globalización el Norte global, estos son los Estados pertenecientes a la comunidad europea y los Estados Unidos, otros países que oscilan entre la semiperiferia y la periferia son los Estados de América Latina y de Asia Oriental; los Estados periféricos estarían en algunos países asiáticos y el continente africano, es importante resaltar que esta clasificación no se debe considerar de una forma estricta debido a los acontecimientos económicos de la última década y las complejas dinámicas sociales y políticas que debido a la velocidad con que suceden trastocan las apreciaciones inmóviles de quienes son protagonistas del orden global, es así como países que antes eran considerados semiperiféricos han pasado a convertirse en centrales como es el caso de los llamados BRIC: “En efecto, la fortaleza relativa de algunas de las economías del grupo BRIC (Brasil, Rusia, India y China) ha llevado a ciertos analistas a describir la crisis como un parteaguas [...] ahora concebimos que China desafiará a Estados Unidos para ocupar el sitio número uno hacia el año 2027 [...] que el PIB combinado de los cuatro países BRIC puede ser mayor que el de los G7 dentro de los próximos 20 años. Esto es en unos 10 años antes de lo pronosticado, cuando consideramos el asunto por primera vez” (Keeley & Love, 2011, pp. 44-45).

Otros Estados que eran determinados como centrales paulatinamente se han convertido en semi-periféricos, un ejemplo son los Estados de Europa como Grecia, España y Portugal, que debido a la crisis financiera de 2008 no han logrado recuperarse y su situación socioeconómica ha llevado a estos países a situaciones de precarización de sus ciudadanos en lo relacionado con la garantía de sus derechos: “España, igual que la mayoría de los países desindustrializados, atraviesa una profunda crisis institucional, debido a fenómenos, a veces coyunturales, otras estructurales, de corrupción política en connivencia con el poder económico, al desgaste de algunas instituciones, la desafección política y el derrumbe la moral cívica vinculada a lo público [...] pero también se debe a las consecuencias sobrevenidas de la puesta en marcha de políticas neoliberales introducidas por la globalización, que, como ya he dicho, restringen derechos económicos, sociales y culturales, limitan libertades y dejan a la ciudadanía carente de vínculos de integración y cohesión social, a la vez que desprotegida ante sus necesidades básicas” (Fariñas, 2014, pp. 109-110).

Estas transformaciones afectan el derecho a la alimentación de cada uno de los Estados del sistema-mundo, mientras en el Norte global en ciertos Estados que han sido considerados centrales y que se consolidan en esta posición, el acceso de sus ciudadanos a los alimentos está garantizado, incluso, la calidad y los procesos nutricionales son llevados a cabo en forma plena, es el caso de los Estados europeos como Alemania, Francia e Inglaterra, para lo cual destinan importantes recursos: “..., el proceso en que la Unión Europea se fortaleció como bloque económico-político y colocó al mundo en una doble hegemonía. La política Agrícola Común fue el instrumento, basado en la unión aduanera y el impulso a la producción y financiamiento que permitió la autosuficiencia alimentaria y a partir de 1972 fue reconocida como potencia frente a Estados Unidos y al mundo, y poco a poco la sobreproducción los llevo a definir una política de exportación y a la disputa de los mercados del planeta. Esto resalta que el lugar

que cada país le destine a la alimentación marca la estrategia frente a las disputas y hegemonías mundiales” (Guzmán, 2014, p. 220)

Es importante aclarar, que varios de los alimentos que consume la población de estos países, son importados de Estados del Sur global, debido a que los recursos de producción alimentaria en estos países tienen ciertas limitaciones, mientras que en el Sur sucede todo lo contrario, ya que se encuentra la mayor biodiversidad planetaria; para suplir sus deficiencias las inversiones económicas de estos Estados centrales y sus aliados, en las empresas transnacionales en las regiones biodiversas son multimillonarias:

“Se calcula que más del 90% de la diversidad biológica que subsiste en el planeta se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales de África, Asia y América del Sur. El papel singular que los pueblos indígenas desempeñan en este campo no se limita a la diversidad biológica de la tierra, lo cual sería ya bastante. Además de ello, sus conocimientos son la base de muchos de nuestros alimentos y medicinas. Se calcula que el 80% de la población mundial continúa dependiendo del conocimiento indígena para satisfacer sus necesidades médicas. De las especies vegetales del mundo -35.000 de las cuales, por lo menos tienen valor medicinal-, más de dos tercios son originales de los países periféricos y semiperiféricos. Más de 7.000 compuestos medicinales utilizados por la medicina occidental son derivados del conocimiento de las plantas. Es fácil, pues, concluir que a lo largo del último siglo las comunidades indígenas han contribuido significativamente a la agricultura industrial, la industria farmacéutica y por último a la industria biotecnológica [...] las grandes empresas multinacionales farmacéuticas, alimenticias y biotecnológicas han venido, particularmente en la última década, apropiándose de las plantas y los conocimientos indígenas con una inexistente o mínima contrapartida para los pueblos autóctonos, procesando luego estas sustancias y patentando los procesos y al mismo tiempo los

productos que a partir de ellas lanzan al mercado” (Santos, 2003, p. 146)

Para el contexto de Estados Unidos que se encuentra en el norte global, las relaciones con sus vecinos del sur global se configuran un poco diferentes a las de Europa, debido a su cercanía con América Latina, la intromisión de las empresas transnacionales estadounidenses han sido más directas en sus intereses por apropiarse de la diversidad de la región:

“..., la Merck Pharmaceutical firmó un acuerdo por un millón de dólares con el Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica (Inbio), por el derecho de conservar y analizar las muestras de plantas recogidas en los parques de bosque tropical húmedo de Costa Rica. En 1992, la empresa Eli Lilly pagó cuatro millones de dólares a la Shaman Pharmaceuticals, una importante compañía de bioprospección, por los derechos exclusivos de comercialización de drogas antifúngicas, derivadas de conocimiento de curanderos nativos. Recientemente, la empresa norteamericana International Plant Medicine Corporation patentó la ayahuasca, planta sagrada que los indígenas amazónicos usan tradicionalmente en sus rituales religiosos. Se trata de una planta que equivalía a la hostia de los cristianos y que desde entonces se convirtió en propiedad privada. Estas narraciones también se han vuelto cada vez más frecuentes y revelan la nueva fase de un colonialismo que se dirige a la naturaleza y al conocimiento para transformarlos en mercancía” (Caldas, 2004, p. 23).

Pero las empresas transnacionales estadounidenses y su misma organización estatal, no se limitan solamente a la apropiación de la biodiversidad, también promueven la comercialización de los productos agrícolas a escala internacional en un contexto competitivo donde los beneficios son para los Estados que tienen una amplia política de subsidios que abaratan los costos de los productos agrícolas, precisamente, la competitividad comercial de los productos agrícolas

impulsada por los Estados Unidos benefician sus intereses debido a sus estrategias de subsidios, mientras que la mayoría de los Estados a nivel global no logran impulsar lo agrícola con este tipo de acciones proteccionistas, agudizando la desigualdad en el mercado de los productos agrícolas, situación que determina que ciertos productos que eran propios por ejemplo de la región latinoamericana sean de dominio por parte de los estadounidenses:

“..., la sobreproducción agrícola de la Unión Europea y de Estados Unidos está ampliamente subvencionada, en especial los cereales, el azúcar, los productos lecheros, el algodón, etc., que compiten en el mercado internacional con los mismos productos del tercer mundo. Se estima que en 2003 el monto total de las subvenciones ascendió a más de 300.000 millones de dólares anuales, es decir, unas seis veces la ayuda al desarrollo [...] Por ejemplo en el caso del algodón, unos 12.000 productores estadounidenses recibieron en 2002 más de 3.000 millones de dólares de subvenciones lo que les permite vender por debajo del costo de producción. Por otro lado, el beneficio de los cultivadores de algodón de África, que tendría que dar para vivir a unas 10 millones de personas, se redujo prácticamente a cero. Los principales países de África exportadores de algodón perdieron 250 millones de dólares. Además, sobre todo las transnacionales agroalimentarias estadounidenses están cambiando desde hace años los hábitos alimentarios en distintas regiones del mundo. Por ejemplo, han logrado suplantar en algunos países africanos la mandioca, producida localmente, por el trigo que dicho países debe importar; en Japón el arroz y el pescado han sido en buena parte suplantados por el trigo y la carne, también importados. O han logrado introducir su propia producción compitiendo con el mismo producto local, como ocurre con el maíz en México, que se autoabastecía desde hace miles de años y ahora importa de Estados Unidos el 30% del maíz que se consume en el país” (Teitelbaum, 2007, pp. 135-136)

Incluso, ante cierta escasez de alimentos a nivel global, los estadounidenses han propuesto la posibilidad de los cultivos transgénicos que, permitirían una mayor cobertura de la población mundial, debido a que estas plantas serían construidas en laboratorio con la manipulación genética que caracteriza este tipo de propuestas científico-productivas: "..., las empresas transnacionales que, junto con el gobierno norteamericano y los medios de comunicación, han hecho creer, por ejemplo, que la cura definitiva para el hambre será el consumo indiscriminado de los alimentos transgénicos y la adopción irrestricta, por parte de nuestros pueblos, de los sin iguales frutos de la revolución tecno-científica. En los últimos años, y gracias a la utilización de los Organismos Genéticamente Modificados, la globalización neoliberal ha visto acrecentar sus ganancias, ampliar sus perspectivas comerciales y someter a las culturas agrícolas tradicionales" (Morales, 2006, p. 108).

A esta dinámica global de producción de alimentos por parte de los Estados del Norte que son protagonistas en la economía contemporánea, se le debe sumar los países asiáticos como China y Vietnam que están incorporándose de forma adecuada a la competencia global de la producción de alimentos, por supuesto con la característica que el Estado tiene una amplia estrategia de subsidios a la agricultura posibilitando la competencia internacional:

"La reforma agraria de estos dos países, con la constitución de comunas, ha permitido un aumento importante de la productividad en el campo. La colectivización de la producción de base, especialmente el arroz, fue acompañada en Vietnam por una pequeña propiedad individual alrededor de la casa para ganado pequeño, legumbres, peces. Después de las reformas económicas los contratos con el Estado han promovido una agricultura familiar, pero no necesariamente orgánica. Hubo la introducción de una lógica productivista, vía al mercado, y una utilización masiva de productos químicos, que es un mercado dominado por las grandes empresas

multinacionales del sector. Sin embargo, nuevas experiencias de agricultura orgánica tienen lugar en China [...] No se trataba de proletarizar los campesinos, permitiendo, al mismo tiempo, a los terratenientes reciclarse a la industria, sino de reorganizar completamente el sector agrario en todas sus dimensiones, haciendo crecer la productividad y el bienestar de la población campesina" (Houtart, 2014, pp. 13-14)

En el contexto latinoamericano, su amplia biodiversidad ha llevado a que la producción de alimentos sea referenciada por parte de los Estados en el espacio internacional y los intereses de los agentes particulares como las empresas transnacionales no se han hecho esperar, esta situación que coloca la región "como una zona geoestratégica para la producción mundial en el ahora y el futuro lleva a que sus estrategias de producción agrícola sean pensadas en un contexto de resolver las necesidades locales y las demandas internacionales, esta riqueza de la región es innegable cuando por ejemplo se señala la producción de agua, convirtiéndose en la más importante del planeta: "..., si tenemos en cuenta la disponibilidad hoy en día de los recursos hídricos respecto de la población mundial, podremos ver situaciones como las siguientes: Asia tiene el 60% de la población mundial y sólo el 36% de recurso hídrico; Europa posee el 13% de la población y el 8% del recurso hídrico; en África vive el 13% de la humanidad y tan sólo dispone del 11% del agua; en cambio en América del Norte y Central reside el 8% de la población y ésta disfruta del 15% del recurso hídrico; y finalmente, América del Sur tiene únicamente el 6% de la población del mundo, pero disfruta el 26% de los recursos hídricos" (Ramos, 2014, p. 24)

Como se puede observar el derecho a la alimentación en el contexto contemporáneo se garantiza de acuerdo a la posición del Estado en el sistema-mundo específicamente en lo que corresponde a la producción y compra de alimentos; los Estados centrales como Estados Unidos tienen una alta producción de alimentos que consumen sus

ciudadanos a bajo costo debido a los subsidios y apoyos económicos a los agricultores por parte de las instituciones estatales, esta medida también lleva a que sus exportaciones sean competitivas y se coloquen en los primeros lugares por que sus costos son accesibles para amplios sectores de la población mundial, a esto se suma que los productos que no poseen y que se encuentran en zonas de reconocida biodiversidad sean comercializados por sus empresas transnacionales, garantizando variedad alimentaria en los consumos de sus ciudadanos, determinando una desigualdad en la alimentación con ciudadanos de otros Estados: "..., mientras en Haití se consumen 30 kg de carbón per cápita al año, en los Estados Unidos se gastan 10.500 kg per cápita en el mismo lapso de tiempo; en Mozambique un individuo consume 1.800 calorías por día y un belga 3.900; un habitante del Congo consume 34 g de proteínas durante una jornada y un ciudadano de los Estados Unidos 109 g; una persona nacida en Burundi consume 3.1 g de proteínas animal diarias y un francés 72 g" (Vega, 2010, p. 268)

Otros Estados que son considerados centrales por su producción de alimentos y por la satisfacción que realizan a sus ciudadanos son los países de Europa como Alemania, Francia e Inglaterra, a lo que se suman naciones de Asia Oriental como China, India y Japón, a esta lista de Estados centrales en producción y consumo de alimentos se agregan, sorprendentemente, los Estados latinoamericanos, los cuales se han convertido en protagonistas globales por su biodiversidad y amplia producción de alimentos y en los cuales los productos orgánicos se destacan, convirtiéndose en los más apetecidos en el mercado mundial, particularmente por los ciudadanos de los Estados centrales, en este escalón de Estado central se encuentran Brasil y Argentina. Lo paradójico para América Latina es que al referenciarse como una despensa de alimentos a nivel global, se sigan presentando inconvenientes de subsistencia precisamente, en la población campesina la cual es responsable de un porcentaje significativo de producción de alimentos para el consumo local,

nacional e internacional, esta circunstancia lleva a que ciertos países de la región sean considerados como semiperiféricos, por ejemplo, la pobreza de los campesinos en México: "..., en México el 98% de los habitantes rurales viven en pobreza con un ingreso diario menor a dos dólares, o en extrema pobreza con un ingreso menor a un dólar diario. En el grupo de pobreza extrema se ubican el 81.7% de los habitantes. En el grupo de pobreza extrema se ubican el 81.7% de los habitantes y en el de pobreza el 16.3% de la población rural de México" (Figuroa, Villalvazo & Gerritsen, 2011, p. 273).

Dentro de los Estados periféricos por la limitada producción de alimentos y por el consumo restringido de los mismos se encuentran varios Estados africanos, asiáticos y caribeños. Por lo anterior, se puede concluir que el derecho fundamental a la alimentación se garantiza y protege en los Estados centrales, se garantiza parcialmente en los Estados semiperiféricos y se vulnera en los Estados considerados periféricos: "..., la crisis está restringiendo las posibilidades de acumular por la creciente escasez de varios recursos naturales (agua, minerales, bosques, etc.) [...] es importante la crisis alimentaria, en su expresión de escasez y carestía de granos básicos, lo que a su vez esta provocando problemas de inflación, desabasto y de hambre. Lo que esta detrás del problema alimentario es el cambio de la producción agropecuaria destinada a la comida, para mudar los granos y productos agrícolas ahora para agrocombustibles. Asimismo esta escasez expresa una disputa por la carencia relativa de tierras y aguas entre industria y agricultura, entre la ciudad y el campo" (Rodríguez, 2011, p. 205)

El Cono Sur como despensa alimentaria global

El cumplimiento del derecho a la alimentación se ha configurado como esencial para la existencia de la humanidad, convirtiéndolo en el derecho contemporáneo de mayor debate en lo relacionado con el acceso a los alimentos y la calidad de la alimentación, situación que se agudiza por el crecimiento constante de la población mundial y a

la cual se le debe garantizar este derecho fundamental. En este contexto América Latina se haya en el centro de las deliberaciones debido a que su producción de alimentos y particularmente la diversidad que la caracteriza lleva a que sea referenciada como la despensa de alimentos para la sociedad mundial actual y más aún para la futura, situación que se muestra con el crecimiento de las últimas décadas del PIB en el sector agrícola: “En diversas publicaciones y en el debate público se ha hecho referencia al boom productivo que experimentó el sector agrícola en América Latina. A pesar de las fluctuaciones normales, muchos países lograron aumentos bastante altos en producción por más de una década. Por ejemplo entre 1985 y 2004 once países lograron tasas superiores al 3% anual. De acuerdo con estadísticas más recientes, para el periodo 2000 a 2008, varios países en América del Sur, lograron tasas de aumento del PIB agrícola por sobre el 5% anual. La situación es diferente en el Caribe, que en general ha tenido un pobre desempeño productivo” (Valdés, 2011, p. 69).

Entre los países más destacados en la producción agropecuaria se encuentra Brasil, que se caracteriza por los amplios recursos naturales y su biodiversidad en las distintas regiones que lo conforman, situación que posiciona al país como uno de los mayores productores y exportadores de la región en diversidad de alimentos: “..., la agricultura es responsable por 40% de las exportaciones totales del país y 37% de los empleos brasileños. De cada tres (3) reales generados en el Brasil, un (1) real corresponde a la actividad agropecuaria. La carne bovina brasileña aumentó 85.2% y la productividad 85.5%. Brasil es el primer productor y exportador de café, azúcar, alcohol y jugos de fruta. Lidera el ranking de ventas externas de soja, carne bovina, carne de pollo, tabaco, cuero y calzados de cuero. Las proyecciones indican que también será el principal polo mundial de algodón, biocombustibles hecho de caña de azúcar y aceites vegetales, y, además, batirá records en la producción de mijo, arroz, frutas frescas, cacao” (Maniglia, 2009, p. 186)

La expansión de Brasil como uno de los protagonistas de la región y del mundo en la producción de alimentos es debido al apoyo económico estatal, que ha observado como lo agropecuario debe fortalecerse por la importancia que adquieren los alimentos en un contexto de sobrepoblación y de pretensión de calidad de vida global, este apoyo ha configurado liderazgos globales:

“Una de las principales características del capitalismo brasileño en los últimos años consiste en la elección por parte del Estado de campeones nacionales, es decir, grandes grupos privados, para hacerlos competitivos en el mundo. No se trata del apoyo a la gestión empresarial sino de un Estado convertido en actor de fusiones y megaoperaciones y, por lo tanto, en socio activo de las mayores empresas [...] la fusión de Sadia y Perdigao en mayo de 2009, permitió la creación de Brasil Foods, la mayor exportadora de carnes del mundo [...] la fusión de los frigoríficos JBS Friboi y Bertin en septiembre de 2009 [...] Hoy el grupo JBS está presente en 110 países, tiene 125.000 empleados y 21 filiales y capacidad de faenar 51.000 bovinos diarios” (Zibechi, 2012, pp. 141-142)

Pero no solamente Brasil es protagonista en la producción y exportación de alimentos, Argentina también ha configurado un papel central en esta pretensión, lo que coloca a la región dentro de los Estados protagonistas en lo concerniente al acceso y calidad en los productos agropecuarios en el espacio internacional: “..., Argentina se convirtió en el primer exportador mundial de aceite y harina de soja. Más de la mitad de la superficie cultivable del país, esta destinada a la producción de soja para uso forrajero. Como se ha señalado el 5% de esta producción se destina al mercado interno. Ubicación del ranking mundial de exportación campaña 2006/7. Soja tercer lugar, Harina de Soja primer lugar, Aceite de Soja primer lugar, Harina de Girasol primer lugar, Aceite de Girasol, Maíz segundo lugar y Carne Bovina tercer lugar” (Hocsman, 2014, pp. 40-41)

Esto muestra que la participación de los Estados de América Latina en general, y del Cono Sur, en particular, ha aumentado en la producción de alimentos a nivel mundial, situación que según las proyecciones puede ampliarse de acuerdo a las situaciones ambientales y reproductivas, y por supuesto los Estados de mayor protagonismo seguirán siendo Brasil y Argentina: “...., América Latina tiene una fuerte ventaja comparativa en la producción agropecuaria [...] En los casos de Argentina, Brasil y Chile el indicador ha venido subiendo [...] La participación de América Latina se ha incrementado desde mediados de los años noventa, principalmente por el desempeño de Brasil y el Cono Sur, mientras la participación de los países Andinos ha sido más o menos estable” (Nash, 2011, pp. 39-40)

Ordenamiento alimentario

Ya que el derecho a la alimentación está comprometido por todos los riesgos implícitos en la cadena de procesamiento de los alimentos desde la producción de materias primas, transporte, elaboración del producto final y comercialización, es necesario, por parte del Estado, la reglamentación jurídica en materia bromatológica armonizándola con los intereses de la industria alimentaria y con el control básico de higiene de la alimentación que orienta la medicina social argentina. Con este propósito desde 1953 con el Decreto 141 complementado en 1969 por la ley 18284, se inició el control por parte de las autoridades sanitarias de la inocuidad de los alimentos, evaluando los aspectos sanitarios, económicos y técnicos.

Progresivamente el mercado alimentario ha superado las fronteras locales y nacionales, hasta llegar a convertirse en un gran mercado global, hecho que ha obligado a los Estados a definir unos lineamientos comunes en materia de producción de alimentos para conseguir la inocuidad de éstos, generando así confianza en los consumidores y previendo la protección del derecho a la salud, a un medio ambiente sano y la garantía de la seguridad alimentaria. Actualmente el

derecho nacional argentino debe articularse con los reglamentos técnicos del Mercado Común del Sur – MERCOSUR, con las normas, directrices y recomendaciones del *Codex Alimentarius*, de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y con la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC):

“El *Codex Alimentarius Mundi*, nombre latino del Código Alimentario Mundial, es (a través de la Comisión del mismo) el Foro Mundial de la Normalización Alimentaria, en el que casi todos los gobiernos del Mundo se reúnen para tratar de armonizar sus diferentes visiones sobre el aporético mundo de la Alimentación. El origen del *Codex Alimentarius Mundi*, residió en la voluntad que emanó del Consejo del Código Regional Alimentario Europeo el que encarga a dos Organismos de Cooperación de las Naciones Unidas, FAO y OMS (por una Resolución que aprueba en 1961) la labor de establecer un amplio foro donde todos los Estados del mundo pudieran armonizar sus visiones sobre la complejidad alimentaria. Es así que los Órganos Rectores de la FAO y de la OMS, aprueban la creación de un “Programa Conjunto sobre Normas Alimentarias”, y crean, para ponerlo en práctica un Órgano que llaman: Comisión del *Codex Alimentarius Mundi*. Celebró su Conferencia Inaugural en Ginebra con 40 Estados participantes en 1962, aunque sus primeras directrices datan del año siguiente.” (Núñez, 2001, p. 7)

La política alimentaria se mueve entre dos tensiones, por un lado la protección del derecho fundamental a la salud y por el otro, la efectiva libertad de mercado. Es así como se erige el principio de precaución para la orientación de ésta política y para la gestión del riesgo. Por ejemplo, en el caso concreto de la producción agroalimentaria: “La necesidad de evaluación de impacto ambiental, se deriva del reconocimiento de la agricultura como una actividad contaminante, hoy en día es aceptado por la comunidad científica, que la explotación del suelo destinada a la producción agraria afecta el ambiente y con ello la conservación de los eco-

sistemas. Ahora bien, siendo la biotecnología una nueva tecnología aplicada a la agricultura, se infiere que ésta, es también una actividad productiva generadora de residuos y potencialmente contaminante (Fernández et al, 2008, pp. 46-47), por tanto es responsabilidad de la administración del Estado, prevenir y controlar los riesgos descritos, a los cuales se suma la incertidumbre científica presente en esta nueva forma de concebir la agricultura.” (Zapata, 2014, p. 2) La literatura especializada lo define como una transición de la policía administrativa a la gestión compartida. (Mora, 2007; Rodríguez, 2007; Esteve, 2008; Schmidt-Assmann, 2006) “[se] distingue entre tres niveles de intervención de acuerdo a la intensidad y a la naturaleza de la actuación administrativa: la normación y control o de policía ambiental, que son los dos ámbitos en los que la administración impone y limita la esfera de actuación de los particulares; la actividad programadora o planificadora; y por último, la actividad de gestión que implica tareas de coordinación y de fomento o encauzamiento de la iniciativa privada por parte de la administración.” (Zapata, 2012a, p. 202)

La libre circulación de mercancías, como se mencionaba antes, sumada a los avances científicos que presentan las innovaciones cuyos efectos adversos en la salud humana no logran estimarse con certeza, han llevado a la configuración del principio de precaución, este principio pretende lograr un balance entre las dos fuerzas en tensión, aumentando el nivel de protección en las medidas regulativas cuando se estima que el riesgo es elevado de acuerdo a un significativo nivel de incertidumbre científica, esto para prevenir daños irreversibles. Sin embargo, debe anotarse que la presión por parte de los organismos económicos internacionales¹ es muy fuerte, ellos piden lo contrario, que las medidas sanitarias restrinjan en la menor medida posible el libre curso del mercado (Núñez, 2001) y es así como terminan permitiéndose actividades probadamente riesgosas.

El *Codex Alimentarius* reconoce como actividades controvertidas y de principal interés, a la biotecnología, el uso de plaguicidas, aditivos alimentarios y contaminantes, en este foro mundial se debaten los resultados científicos al respecto, que finalmente son el fundamento de las normas aprobadas. Una vez más, con el *Codex* se pretende llegar a consensos internacionales sobre la inocuidad de los alimentos a partir de las normas técnica menos restrictivas para el comercio. Aunque no tiene fuerza vinculante se convierte en un estándar de orden mundial que obliga a los Estados que quieran imponer normas más restrictivas, a justificarlas.

Derechos del consumidor alimentario

La protección de los derechos del consumidor encuentra su fundamento constitucional en el preámbulo: “... promover el bienestar general...” y en el artículo 42 del Capítulo segundo “Nuevos derechos y garantías” de la carta política de 1994: “Los consumidores y usuarios de bienes y servicios tienen derecho, en la relación de consumo, a la protección de su salud, seguridad e intereses económicos...”. En el plano legal, se encuentra regulado por la ley 24240 de 1993 “Defensa del consumidor”, que a su vez complementó la ley 22802 de 1983 “Lealtad comercial”, desde entonces se ha venido edificando todo un subsistema normativo integrado por más de ochenta normas entre leyes, decretos, resoluciones y disposiciones, donde se incorporan también normas y reglamentos técnicas del Mercosur.

La justificación de todo este entramado jurídico responde a una demanda tanto del sistema de derechos y garantías fundamentales, como del modelo económico imperante, los profesores Miguel Ángel Martín Rodríguez y Fernando Vidal Giménez, lo explican con bastante claridad:

1 Una norma vinculante en esta material es el Acuerdo sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio -OMC.

La importancia del consumidor en el sistema o complejo agroalimentario, del cual es el último eslabón o estadio, no requiere mayor justificación. Esta importancia se bifurca en una doble vertiente, económica y jurídica, que hacen que el estudio de su protección sea altamente interesante. Lo anterior se comprende si se piensa, entre otras cosas, que en esta materia entran en juego no sólo aspectos de tutela de los diferentes protagonistas del sector agroalimentario (productores, transformadores, distribuidores, consumidores), sino, más específicamente, aspectos que tienen mucho que ver con derechos fundamentales estampados en la Constitución argentina como el derecho a la vida, el derecho a la salud, el derecho a la integridad física, etc. (Martín & Vidal, 2000, p. 249).

Específicamente en materia de protección al consumidor alimentario el Capítulo II “Información al consumidor y protección de su salud” del Título I “Normas de protección y defensa de los consumidores” de la ley 24240, establece al proveedor la obligación de informar al consumidor de forma cierta, clara y detallada todas las características esenciales de los bienes y servicios que provee (Art. 4); la obligación de suministrar las cosas y servicios de tal forma que no presenten peligro para la salud o integridad física de los consumidores y usuarios (Art. 5); y por último, establece una especie de obligación recargada para quienes suministren cosas y servicios riesgosos, estos proveedores tendrán por obligación, además de las anteriores, la de observar los mecanismos, instrucciones y normas que se fijen para garantizar la seguridad de la cosa o servicios suministrados (Art. 6).

Por su parte el Decreto 815 de 1999 “Sistema nacional de control de los alimentos”, crea este sistema para la protección del consumidor, con el objetivo de asegurar el fiel cumplimiento del Código Alimentario Argentino. Le otorga competencia nacional con participación de las autoridades sanitarias provinciales y del Gobierno Autónomo de la Ciudad Buenos Aires, y lo integra con: la Comisión

Nacional de Alimentos, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) (Art. 4).

Responsabilidad por daño alimentario y derecho a la reparación

La ley 24240 define como daño directo al consumidor: “... todo perjuicio o menoscabo al derecho del usuario o consumidor, susceptible de apreciación pecuniaria, ocasionado de manera inmediata sobre sus bienes o sobre su persona, como consecuencia de la acción u omisión del proveedor de bienes o del prestador de servicios.” (Art. 40 bis) Y fija como autoridades competentes para surtir el procedimiento y aplicar las sanciones, a la Secretaría de Comercio Interior dependiente del Ministerio de Economía y Producción a nivel nacional, a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y a las provincias a nivel local. Atribuyendo a la autoridad nacional facultades concurrentes (Arts. 41 y 42). Esta norma establece, además, el procedimiento administrativo sancionatorio, que de cumplirse a cabalidad con los términos allí contemplados (un poco más de dos meses), se podría calificar como un procedimiento expedito que garantiza el principio de celeridad procesal. Sin embargo, se identifican ausencias en este marco normativo. Como ya se ha mencionado, la dinámica alimentaria plantea nuevos retos al derecho y a las ciencias en general por su permanente innovación y por las exigencias adicionales que presenta un mercado globalizado. Hoy en día se reconoce que la industria alimentaria supera la capacidad de reacción y control de la administración pública, de allí que la segunda queda en manos de la primera al momento de definir las normas técnicas que delimitan lo permitido y lo no permitido, y esto sumado a las presiones de liberación del mercado, terminan dejando un gran margen de riesgo que abre la puerta a la generación de daños por actuaciones lícitas.

Este último punto abre el debate sobre los criterios de atribución de la responsabilidad, al revisar los

elementos clásicos de la responsabilidad civil: la existencia de un daño, la ocurrencia de un hecho ilícito o antijurídico y la relación de causalidad entre estos dos, se evidencia que las particularidades del daño alimentario hoy ponen en jaque la condición de ilicitud del hecho y el sistema probatorio para determinar el nexo causal:

“Al respecto, hubo un caso -aceite de colza- en Superior Tribunal de Justicia de España, en 1992; una empresa introdujo 2% de anilina en aceite de colza y produjo una intoxicación masiva que llevó a 330 muertos y 15000 personas enfermas, afectadas por la presencia de un tóxico en menor escala, la anilina. La mezcla de estos productos sólo genera un caso que finaliza con una condena penal basada en estadísticas, porque la relación de causalidad es un juicio de probabilidad que, en muchas ocasiones, se traduce en un coeficiente universal de experiencia.” (Cafferatta, 2010, p. 91) “En la sentencia del recurso de casación del Tribunal Supremo de 23 de abril de 1992, la Sala Segunda del TS reiteró lo dicho en su momento por la Audiencia Nacional en sentencia de 20 de mayo de 1989: “quedaba probada la relación de causalidad natural entre la distribución del aceite de colza inicialmente señalado con anilina natural al 2% y el síndrome tóxico”. Se consideró que el nexo causal entre la composición del producto y el daño a la salud de sus consumidores se debía considerar comprobado de manera jurídicamente inobjetable, aunque permaneciera abierta la cuestión de cuál fue la sustancia concreta, el agente tóxico que causó la enfermedad y que desencadenó los daños. [...] Es decir, se sostuvo la tesis de lo innecesario de determinar el elemento causal preciso... Se argumentó también que la demostración propia del Derecho era distinta a la científico-natural, “en tanto no supone una certeza matemática y una verificabilidad excluyente de la posibilidad de lo contrario, sino simplemente la obtención de una certidumbre subjetiva”. (Rodríguez, 2007, p. 96)

Concretamente en el sistema alimentario de la Unión Europea el consumidor perjudicado debe probar el defecto del producto, el daño y la relación de causalidad, pero hay avances para aliviar dicha carga probatoria: “El Libro Verde de la Comisión, de 28 de julio de 1999, sobre responsabilidad civil por productos defectuosos [COM (1999) 396 final] ofrece varias formas de aliviar la carga de la prueba que recae sobre los perjudicados, como puede ser la de prever una presunción del nexo causal cuando la víctima demuestre el daño y el defecto; establecer un nivel de prueba suficiente (por ejemplo, una probabilidad superior al 60%); imponer al productor el suministro de documentos útiles a la víctima y la carga de los gastos periciales, que se devolverían si la víctima fracasa; y, cuando un producto haya sido fabricado por varios productores y no sea posible determinar cuál es responsable del defecto del producto, aplicar la teoría del derecho americano “*Market share liability*”, según la cual “basta que la víctima aporte la prueba de la relación entre el daño causado y el producto sin facilitar el nombre del fabricante.” (Rodríguez, 2007, p. 285)

La pregunta que surge entonces es ¿qué tipo de responsabilidad se configura en estos casos que podrían denominarse como “casos difíciles”? En los ordenamientos jurídicos de algunos Estados se ha contemplado la responsabilidad extracontractual de la administración de carácter objetivo, como es el caso de España: “La responsabilidad administrativa se genera con independencia de que la actividad dañosa se hubiera realizado mediando dolo o culpa (en contra de la regla general establecida en el Código Civil) o de que dicha actividad sea legal o ilegal. Como dice el art. 139.1 LRJAP, “*los particulares tendrán derecho a ser indemnizados por las Administraciones Públicas correspondientes, de toda lesión que sufran en cualquiera de sus bienes y derechos, salvo en los casos de fuerza mayor, siempre que la lesión sea consecuencia del funcionamiento normal o anormal de los servicios públicos.*” (Mellado, 2004, p. 244).

El mejor ejemplo de responsabilidad objetiva es la que se deriva por daño ambiental: “En el derecho ambiental la responsabilidad se tipifica a través del condicionamiento de ciertas actividades potencialmente perjudiciales imponiendo obligaciones de prevención y de reparación, es decir, que la protección es indirecta, se objetiviza su protección, para responder por daños al medio ambiente, es irrelevante la configuración del dolo o la culpa desde la perspectiva del régimen general. El hecho de realizar una actividad riesgosa implica asumir el riesgo de tener que responder en caso de daño, la imputación será objetiva en cuanto invierte la carga de la prueba, por esta razón quien ha causado el daño será quien tenga que demostrar que su actuación fue diligente.” (Zapata, 2012b, p. 19) En caso de daño alimentario la responsabilidad de la administración se deriva del incumplimiento de ésta de su deber de control.

Pero en el orden jurídico argentino tanto el código civil (Art. 1066) como la Constitución Nacional (Art. 19) prevén el requisito de la antijuridicidad de la conducta y no existe ninguna otra norma que consagre la responsabilidad del Estado por actos lícitos, fue la Corte Suprema de Justicia por vía jurisprudencial la que se encargó de construir esta doctrina: ... en “Columbia S.A. c/B.C.R.A.”, fallado en 1992, ... sistematizó los requisitos para que hubiera responsabilidad del Estado en casos de actividad lícita: a) la existencia de un daño cierto; b) relación de causalidad entre el accionar del Estado y el perjuicio; c) la posibilidad de imputarle esos daños jurídicamente al Estado; d) la verificación de un sacrificio especial en el afectado, y e) la ausencia de un deber jurídico a su cargo de soportar el daño. (Ibarlucía, 2013, p. 60)

Sin embargo, los problemas no terminan aquí porque, ante los llamados “riesgos del desarrollo”² el Estado no podría soportar ilimitadamente y de manera objetiva las reparaciones por los daños que

se puedan generar, de aquí que España desde 1999 (ley 4) introdujera una exoneración a favor de las administraciones públicas liberándolas del deber de indemnizar cuando el daño se origine en un hecho o circunstancia imprevisible de acuerdo a los conocimientos científicos que se tenían al momento de la ocurrencia de éste. Tal parece que la manipulación deliberada de los productos destinados a la alimentación, termina por convertirse en una carga demasiado pesada para la administración por cuenta del riesgo que generan, cuando el principio de precaución se aplica a favor de la medida menos restrictiva de la actividad económica.

El Derecho de la Unión Europea establece un régimen de responsabilidad civil objetiva por productos defectuosos, el cual obliga al fabricante,³ para exonerarse de la responsabilidad, a probar que cumplió a cabalidad con las normas vigentes y que además, las deficiencias del producto se deben al cumplimiento de dichas normas. Desde esta perspectiva se lee como un sistema garantista de los derechos del consumidor, pero no se puede perder de vista que en caso de que el fabricante logre probar lo que se le exige, la administración podrá exonerarse de responsabilidad apelando a la excepción por “los riesgos del desarrollo”. Quedando el deber de soportar el daño en cabeza exclusiva del consumidor, por ser éste la parte más débil del sistema alimentario, el que se expone a los peligros aún no determinados de forma bastante similar a la exposición de los ratones en los laboratorios científicos:

“Piénsese, por ejemplo, en un caso de riesgo alimentario sobrevenido. Imaginemos que la empresa X comercializa, después de haber pasado las evaluaciones y controles pertinentes privados y públicos, una nueva modalidad de alimentos para bebés con propiedades beneficiosas para los recién nacidos. Al cabo de los años, ciertos estudios científicos realizados por

2 Así se ha optado en España, por denominar los límites tecnológicos de la responsabilidad extracontractual de la Administración. (Mellado, 2004, p. 244)

3 Incluyendo aquí a todos los sujetos que intervienen en la elaboración de un alimento. (Rodríguez, 2007, p. 282)

la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición determinan que dicho alimento tiene efectos adversos para los niños, apareciendo casos de adolescentes con serios problemas digestivos. Las demandas civiles dirigidas contra la empresa podrían prosperar. Los particulares perjudicados que pretendieran obtener la reparación de eventuales daños serían los que, según la normativa vigente, deberían probar el defecto, el daño y la relación de causalidad –no así la culpa del productor-. Supongamos que el productor se identifica y el nexo causal entre el consumo de dicho alimento y el daño se demuestra. En este caso, el empresario no se podría exonerar de su responsabilidad amparándose en la ausencia de conocimientos científicos en el momento de comercialización del alimento infantil. Por el contrario, si la demanda se interpusiera contra la administración por su posición de garante y ésta acreditara que el estado concreto de los conocimientos no permitía evidenciar ningún riesgo derivado de la autorización de comercialización, quedaría libre de responsabilidad a pesar de que la acción dañosa se hubiera desarrollado en un terreno no exento de vigilancia y control público.” (Rodríguez, 2007, p. 285)

Sin necesidad de recurrir a la imaginación se podría analizar un caso reciente en Estados Unidos, en el que la Food and Drug Administration –FDA- acaba de reconocer, después de seis décadas en que lo justifico con otros estudios científicos, que la carne de pollo que se comercializa en ese país, contiene arsénico, un químico tóxico que causa cáncer y que es mortal en dosis elevadas. (Recuperado de: <http://www.causaabierta.com.uy/la-fda-de-eeuu-finalmente-admite-que-la-carne-de-pollo-contiene-arsenico-que-cause-cancer/>)

Que el Estado cumpla realmente su finalidad de garantizar los derechos de todos sus ciudadanos es una tarea pendiente que se debe controlar desde la sociedad a través de la participación activa, exigiendo que las políticas estatales no se reduzcan a atender subsidiariamente los intereses de

aquellas pocas empresas que controlan el mercado, un mercado cada vez más global. (Zapata, 2012b, p. 20) La normativa alimentaria de defensa al consumidor debe prever la reparación de los daños que se generen como consecuencia de actividades permitidas, a pesar de la incertidumbre científica sobre sus posibles efectos adversos y para ello debe trasladar la responsabilidad de asumir las consecuencias del riesgo a quien insiste en realizar determinada actividad peligrosa a pesar de la poca certeza.

Conclusión

El derecho fundamental a la alimentación que se encuentra plasmado en los tratados y convenios internacionales de derechos humanos, en ciertos Estados se encuentra vulnerado en su cumplimiento, debido a razones de una distribución inequitativa de los alimentos, circunstancia que origina una desigualdad global entre quienes tienen acceso a los alimentos con calidad, quienes tienen cierto acceso sin medir calidad y quienes no tienen la posibilidad de adquirir alimentos, esta desigualdad y la escasez de ciertos alimentos ha llevado a que los costos de la alimentación en pleno proceso de globalización sean desafortunadamente altos, en últimas los beneficiados son los Estados productores y exportadores de alimentos, claro, incluyendo la deliberación sobre los cultivos más adecuados para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Los riesgos asumidos por las grandes empresas en el mercado alimentario les dejan grandes réditos a éstas. Por su parte los consumidores confían en la regulación estatal del sistema alimentario y en la buena publicidad de estas empresas; se podría incluso afirmar, que hay una exposición inducida al peligro que traen las innovaciones en el proceso de producción de los alimentos hoy en día. Ahora bien, en caso de daño alguien tendrá que sufrirlo, el consumidor. Pero es necesario interrogarse sobre: ¿el consumidor tiene el deber exclusivo de asumir el daño? o ¿debe ser

compensado por los daños sufridos?, ¿se justifica la laxitud en el debate probatorio sobre el nexos causal? o ¿se debería exigir un mayor nivel de certeza antes de liberar productos alimentarios para el consumo humano y exigir a su vez, mayor seguimiento y control de los efectos de aquellos alimentos que se liberan a pesar de la incertidumbre?, y más que incertidumbre, en algunos casos, parece falta de acuerdo científico. Se tiene como ejemplo el caso de los alimentos transgénicos y el uso de plaguicidas, unos estudios prueban sus riesgos y otros estudios refutan la certeza sobre estos riesgos, por tanto parece más un debate de intereses económicos exclusivamente y no un tema que pueda resolverse desde las ciencias exactas.

Literatura citada

1. Cafferatta, N. (2010). "La responsabilidad por daño ambiental". En: Quinto programa regional de capacitación en derecho y políticas ambientales. PNUMA.
2. Caldas, A. (2004). La regulación jurídica del conocimiento tradicional: La conquista de los saberes. Bogotá: ILSA.
3. Codex Alimentarius. Normas Internacionales de los Alimentos (2015). Recuperado de: <http://www.codexalimentarius.org/about-codex/es/>
4. Constitución Nacional de la República de Argentina (1994). Recuperado de: <http://pdba.georgetown.edu/Constitutions/Argentina/argen94.html>
5. Declaración Universal de Derechos Humanos (2015). Organización de Naciones Unidas. Nueva York. Recuperado de: <http://www.un.org/es/documents/udhr/>
6. Decreto No. 141 de 1953. Código alimentario argentino. Poder Ejecutivo Nacional. Buenos Aires, 19 de enero de 1953.
7. Decreto No. 815 de 1999. Sistema nacional de alimentos. Presidente de la Nación Argentina. Buenos Aires, julio 26 de 1999.
8. Esteve, J. (2008) Derecho del medio ambiente. Segunda edición. Madrid: Marcial Pons.
9. Fariñas, M. (2014). Democracia y pluralismo: Una mirada hacia la emancipación. Madrid: Dykinson.
10. Fernández, Ma. del C. (2008). Semillas transgénicas y protección del medio ambiente. Consideraciones legales y económicas. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
11. Figueroa, P., Villalvazo, V. & Gerritsen, P. (2011) Resistencia y autonomía campesina en tiempos de globalización neoliberal: Casos del sur de Jalisco. En: *Revista el Otro Derecho*. No. 44. Bogotá: ILSA.
12. Guzmán, E. (2014) Alimentación, soberanía y agricultura campesina. En: *Agriculturas campesinas en Latinoamérica*. Propuestas y desafíos. Quito: Clacso.
13. Hocsman, L. (2014). Horizonte para la producción campesina y agricultura familiar en el modelo agroalimentario hegemónico mundial. Visión desde el Cono Sur. En: *Agriculturas campesinas en Latinoamérica*. Propuestas y Desafíos. Quito: Clacso.
14. Houtart, F. (2014). El carácter global de la agricultura campesina. En: *Agriculturas campesinas en Latinoamérica*. Propuestas y desafíos. Quito: Clacso.
15. Ibarlucía, E. (2013). El derecho constitucional a la reparación. Su contenido y alcance. Buenos Aires: Editorial Ábaco de Rodolfo Depalma.
16. Keeley, B. & Love, P. (2011). De la crisis a la recuperación. Causas, desarrollo y consecuencias de la Gran Recesión. México: UNAM.
17. Ley No. 340 de 1869. Código Civil Argentino. No publicado en Boletín Oficial. Buenos Aires, 25 de septiembre de 1869.
18. Ley No. 18284 de 1971. República de Argentina. Presidente de la Nación Argentina. Buenos Aires 30 de junio de 1971.
19. Ley Nacional No. 24240 de 1993. Boletín Oficial de la República de Argentina. Buenos Aires, 15 de octubre de 1993.
20. Ley No. 22802 de 1983. Boletín Oficial de la República de Argentina. Buenos Aires, 11 de mayo de 1983.
21. Ley No. 30 de 1992. Boletín Oficial del Estado Español. Madrid, 27 de noviembre de 1992.
22. Ley No. 4 de 1999. Boletín Oficial del Estado Español. Madrid, 13 de enero de 1999.
23. Martín, M. & Vidal, F. (2000). La protección del consumidor en el sector agroalimentario. *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*. No. 186. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
24. Maniglia, E. (2009). As interfaces do direito agrário e dos direitos humanos e a segurança alimentar. Sao Paulo: Universidade Estadual Paulista.
25. Mellado, L. (2004) Bioseguridad y derecho. La administración ante los riesgos de la tecnología de la vida. Granada: Estudios de derecho administrativo. Editorial Comares.
26. Mora, M. (2007). La gestión ambiental compartida: función pública y mercado. Valladolid: Lex Nova.
27. Morales, J. (2006). El hambre al servicio del neoliberalismo. Bogotá: Desde Abajo.
28. Nash, J. (2011). Estado actual y tendencias de los mercados agrícolas globales. En: *La política comercial del sector agrícola en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo.
29. Núñez B. (2011) El orden jurídico normativo alimentario y las relaciones económicas en Latinoamérica. *Revista alimentaria*. No. 320. Madrid: Eypasa
30. Ramos, A. (2014). Aguas y derechos. Situaciones ambientales en el Valle del Cauca. Cali: Universidad Libre.

31. Rodríguez, C. (2014). Relaciones campo-ciudad y la construcción de alternativas al desarrollo en Latinoamérica. En: *Agriculturas campesinas en Latinoamérica. Propuestas y desafíos*. Quito: Clacso.
32. Rodríguez, M. (2007). Régimen jurídico de la seguridad alimentaria. De la policía administrativa a la gestión de riesgos. Barcelona: Marcial Pons, Ediciones jurídicas y sociales, S.A.
33. Rojas, C. (2007). Immanuel Wallertstein y la perspectiva crítica del análisis de los sistemas mundo. En: Wallerstein, Immanuel. *La crisis estructural del capitalismo*. Bogotá: Desde Abajo.
34. Santos, B. de S. (2003). *La caída del Angelus Novus: Ensayos para una nueva teoría social y una nueva práctica política*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia e ILSA.
35. Schmidt-Assmann, E. (2006). "Cuestiones fundamentales sobre la reforma de la Teoría General del Derecho Administrativo. Necesidad de la innovación y presupuestos metodológicos." Trad. Javier Barnes y Silvia Díez Sastre. En: *Innovación y reforma en el derecho administrativo*. Ed. Javier Barnes. Sevilla: Global Law Press.
36. Teitelbaum, A. (2007). *Al margen de la ley. Sociedades transnacionales y derechos humanos*. Bogotá: ILSA.
37. Valdes, A. (2011). Evolución de la política comercial del sector agrícola de algunos países latinoamericanos: Implicaciones en su inserción en el mercado internacional e impacto social. En: *La política comercial del sector agrícola en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo.
38. Vega, R. (2010). *Los economistas neoliberales: Nuevos criminales de guerra. El genocidio económico y social del capitalismo contemporáneo*. Bogotá: Alejandría libros.
39. Zapata, J. (2014). "Control de la bioseguridad y derechos del consumidor." En: XV Congreso Nacional y V Latinoamericano de sociología jurídica "Conflictividad en Latinoamérica: Nuevos desafíos jurídicos y sociales para la región." Rosario: Universidad Nacional de Rosario.
40. Zapata, J. (2012a) "La respuesta del derecho administrativo frente a una realidad de vértigo: una mirada desde la agroecología." *Revista Jurídica de los Derechos Sociales Lex Social*, Núm. 2. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide.
41. Zapata, J. (2012b) "Buscando estrategias de regulación desde el mercado que respondan a las exigencias de la biotecnología." *Revista de derecho privado*, Núm. 47. Bogotá: Universidad de los Andes.
42. Zibechi, R. (2012). *Brasil potencia. Entre la integración regional y un nuevo imperialismo*. Bogotá: Desde Abajo.

Propuesta de campaña de bien público para fomentar la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre, Cuba.

Campaign of public good proposal in order to promote the urban agriculture in the city of Puerto Padre, Cuba

Proposta de campanha do bem publico para promover agricultura urbana pública na cidade de Puerto Padre, Cuba.

Jorge Ramona Altabas¹, Yusneidys Paz Ramírez² & Iván Segundo Pérez Parra³

¹Licenciada en Educación en la especialidad de Español-Literatura, Especialista en Postgrado de la Educación Superior. ²Licenciada en Contabilidad y Finanzas, Magister en Contabilidad Gerencial.

³Estudiante de Comunicación Social.

^{1,2,3}Filial Universitaria Municipal Universidad Vladimir Ilich Lenin. Las Tunas. Puerto Padre. Ministerio de Educación Superior. Raimundo Castro; No 113, entre Maceo y 26. Puerto Padre. Las Tunas. Cuba.

¹ramonaaj@ult.edu.cu, ^{2,3}yusneidyspr@ult.edu.cu

Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo de proponer una campaña de bien público para los habitantes de la ciudad de Puerto Padre, Cuba, que contribuya a fomentar el desarrollo de la agricultura urbana. Para ello fue necesario elaborar el marco teórico referencial que sustenta la investigación, realizar un análisis conceptual del proceso de desarrollo de la agricultura urbana y el marketing social, con énfasis en las campañas de bien público, elementos que contribuyeron a fundamentar su diseño. Se emplearon métodos, técnicas y procedimientos de los paradigmas cualitativos y cuantitativos, que permitieron encauzar la información brindada y determinar los problemas fundamentales, entre los que se encuentran: existencia de terrenos inutilizados convertidos en basureros, el nivel de comunicación entre

representantes y la población en cuanto a la asesoría y la atención a esta actividad es insuficiente, se observa desabastecimiento de productos frescos en los mercados, existe poco tratamiento del tema por parte de los medios de difusión masiva en el territorio, la población posee poco o ningún conocimiento acerca de la importancia de la agricultura urbana, y de los subprogramas que se pueden desarrollar en el contexto urbanístico, así como de los beneficios ambientales, económicos y nutricionales que ofrece esta práctica agrícola; deficiencias que permiten valorar el estado actual de la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre como desfavorable, por lo que se hace necesario desarrollar la propuesta para contribuir al cambio de actitud de la población en el desarrollo de la agricultura.

Palabras clave: práctica agrícola, agricultura urbana, comunidad, marketing social, campaña

Abstract

The present research was made with the objective of propose a campaign of public good for the residents of the city of Puerto Padre, Cuba, contributing to promote the development of urban agriculture. For this purpose, it was necessary to elaborate a referential theoretical framework that supports this research, to make a conceptual analysis of the development process of urban agriculture and the social marketing, with emphasis in campaigns of public good, elements that contributed to base its design. Methods, techniques, and procedures from qualitative and quantitative paradigms were used, these allowed to address the provided information and to determinate the fundamental problems, between those it found: the existence of unused fields become in garbage dumps, the communication level between managers and the population about the insufficiency of the counsel and the attention related to this activity, it can be observe that there is shortage of fresh products in markets, it exist few treatment of this matter by the massive diffusion media in the territory people possess little or none knowledge about the importance of urban agriculture, and about the subprograms that can be developed in the urban context, as well as the environmental, economic, and nutritional benefits that this agricultural practice offers; deficiencies that allows to value the actual state of urban agriculture in the city of Puerto Padre as unfavorable, therefore it is necessary to develop the proposal to contribute to the change in attitude of the population in the development of agriculture.

Key-words: agricultural practice, urban agriculture, community, social marketing, campaign

Resumo

Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de propor uma campanha de bem público para os habitantes da cidade de Puerto Padre para ajudar a promover o desenvolvimento da agricultura urbana. Foi necessário desenvolver o quadro teórico que apoia a pesquisa, fazer uma análise conceitual do processo de desenvolvimento da agricultura urbana e marketing social, com ênfase em campanhas bem-estar pública, o que contribuiu para basear sua concepção. Foram usados métodos, técnicas e procedimentos de paradigmas qualitativos e quantitativos que permitiram processar as informações fornecidas e determinar os problemas fundamentais, aquelas encontradas foram: a existência de terras improdutivas transformou em aterros, o nível de comunicação entre os representantes e a população. no que respeita ao aconselhamento e atenção a essa atividade é insuficiente, falta de produtos frescos nos mercados pode ser visto, há pouco tratamento do assunto pelos meios de comunicação massiva. A população do território tem pouco ou nenhum conhecimento sobre a importância da Agricultura Urbana e mini-aplicativos que podem ser desenvolvidos no contexto urbano, bem como os benefícios ambientais, econômicos e nutricionais dessa prática agrícola; deficiências que permitem avaliar o estado atual da agricultura urbana na cidade de Puerto Padre, como desfavorável, por isso é necessário desenvolver a proposta para contribuir na mudança de atitude da população no desenvolvimento da agricultura.

Palavras-chave: práticas agrícolas, a agricultura urbana, comunidade, marketing social, campanha

Introducción

Todos los países del mundo están experimentando problemas sociales que sus ciudadanos y gobiernos intentan resolver. La solución de estos problemas implica un cambio social: cambiar la forma en que los individuos y los grupos desarrollan sus vidas, transformando prácticas adversas y dañinas en otras productivas, cambiando las actitudes y los valores en las comunidades y en las sociedades en su totalidad, y creando nuevas tecnologías sociales que introduzcan los cambios y eleven la calidad de las vidas de las personas.

Según pronósticos de la FAO (Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas) se estima que para el año 2030 el crecimiento de la población en el planeta se concentrará en las áreas urbanas de los países en vías de desarrollo, además de que el 60% de la población de estos países vivirá en las ciudades, lo que provocará un deterioro de las condiciones higiénico-sanitarias; lo que implica que muchas de las cuestiones ambientales sean protagonistas de intensos debates, uno de ellos es la necesidad de impulsar una práctica agrícola como alternativa alimentaria sostenible para el cultivo, procesamiento, distribución y consumo de productos agrícolas dentro de los límites del perímetro urbano o muy próximo a los límites de las ciudades, donde se aprovechen con fines productivos recursos inutilizados, como terrenos baldíos, desechos reciclables y mano de obra desempleada. Otros informes revelan que unos 800 millones de habitantes de ciudades de todo el mundo participan en actividades relacionadas con la agricultura urbana, señalan que hasta dos tercios de los hogares urbanos y periurbanos forman parte de este tipo de agricultura a través de programas gubernamentales locales, institucionales, comunitarios y/o familiares.

La agricultura urbana en Cuba es iniciada como una alternativa alimentaria para que en patios desaprovechados, pequeñas parcelas, azoteas y hasta balcones de propiedad privada o estatal, dentro de los perímetros urbanos, se fomente

principalmente la obtención de alimentos, cuyas producciones sean destinadas en especial a los centros escolares internos o seminternos, a los hospitales, los hogares de ancianos, maternos y de niños sin amparo filial, al sistema de atención familiar, así como a pequeños restaurantes para personas protegidas por el Estado, así como para la venta a la población.

En la actualidad se llevan a cabo varios intentos por extender este movimiento de la agricultura urbana hacia toda la nación, a través de organopónicos, huertos intensivos, balcones y patios inutilizados, donde se cosechan principalmente hortalizas y vegetales, bajo un sistema ecológico, con la utilización de fertilizantes de origen natural, lo que contribuye a descontaminar el medio ambiente, a la vez que se incrementan las zonas verdes en las ciudades, de ahí que la agricultura urbana constituya una prioridad como una alternativa de alimentación al menor costo posible.

Entre las categorías analíticas revisadas y los principales autores consultados están Marketing Social, Kotler, Armstrong, Zaltman, Andreasen, Roberto y Agricultura urbana Nodal, Campanioni y Moreno Campañas de bien público, Mintzberg, Salmón, Von Der Heyde, Lazarsfeld, Merton.

Métodos y técnicas utilizadas

En la formulación y solución de los principales problemas detectados se utilizaron los siguientes métodos teóricos y empíricos:

Histórico-lógico: permitió definir antecedentes y estado actual de la agricultura urbana, las tendencias de esta práctica agrícola como alternativa para solucionar problemas alimentarios, así como comparar beneficios e insuficiencias que limitan su puesta en práctica, para de esta forma obtener una buena información base y proyectar las diferentes acciones.

Análisis-síntesis: permitió el estudio y análisis de diferentes documentos, folletos y textos vinculados directamente a la agricultura urbana y al marketing social, procesar analíticamente la información recopilada así como interpretar y proyectar resultados esperados durante el proceso investigativo.

Inducción-deducción: se utilizó para deducir la teoría que fundamenta el problema de investigación y llegar a conclusiones e interpretar y analizar la realidad existente en cuanto al desarrollo de la agricultura urbana en el municipio de Puerto Padre.

Estadístico: utilizado para determinar el tamaño de muestra, analizar, procesar y tabular los resultados de las encuestas aplicadas a los diferentes públicos identificados como claves en el proceso investigativo.

Estudio documental y bibliográfico: a partir del análisis documental y el estudio de informes, proyectos, metodologías de trabajo y textos sobre el desarrollo de la agricultura urbana y fueron resumidas las principales teorías y tendencias relacionadas con el problema de investigación.

Encuestas: a través de interrogantes se adquieren una serie de datos importantes, se aplicó a públicos de diferentes edades y de diferentes niveles culturales del municipio de Puerto Padre para indagar acerca de sus conocimientos e información sobre el tema, lo cual permitió llegar a conclusiones más acertadas.

Entrevistas: para obtener datos relevantes a los efectos de la investigación a través de los sujetos, para comprobar el conocimiento y opinión que tienen las personas sobre la importancia y la necesidad del desarrollo de la agricultura urbana.

Observación científica: Se utilizó para observar el comportamiento del objeto de investigación tal y como se produce en la realidad.

Grupos de discusión: se empleó para profundizar en el objeto de estudio, para dar y recibir información, debatir temas de importancia, planear actividades, formular recomendaciones, identificar líderes, e intercambiar con ellos, acerca del tema de investigación.

Resultados

Caracterización del entorno la Agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre. Principales problemáticas

El municipio de Puerto Padre, está ubicado al norte de la provincia Las Tunas, posee una extensión territorial de 1180.20 Km² y una población de 94.000 habitantes. Su ciudad cabecera de igual nombre, fue fundada en 1860, y constituye la segunda ciudad de importancia de la provincia de La Tunas, posee una población de 31.445 habitantes que residen en 9.089 viviendas, para un índice de habitabilidad de 3,46 hab/viv.

Teniendo en cuenta las fuerzas demográficas, económicas, físicas, tecnológicas, políticas legales, y socioculturales, la configuración del entorno actual de la ciudad de Puerto Padre para la implementación de la agricultura urbana es la siguiente:

Un factor en el entorno económico consiste en el coste de producción para la agricultura urbana, para la adquisición de semillas y los insumos necesarios.

En el entorno físico de la ciudad de Puerto Padre, tras un recorrido de los investigadores en conjunto con directivos de la coordinación municipal de la agricultura urbana, se detectaron 10 áreas con una extensión promedio de más de 1000 m², seis de ellas de propiedad privada y 4 estatal, en 2 de estas áreas actualmente la población de manera irresponsable vierte todo tipo de desechos por lo que constituyen focos de contaminación ambiental, además de dar una mala imagen del entorno de la ciudad.

Los factores más oportunos para configurar el entorno sociocultural resaltan las actitudes de la población de la ciudad de Puerto Padre respecto a la agricultura urbana. Lograr que las personas sientan y experimenten los beneficios de una ciudad cada vez más reverdecida y productiva con nuevas y diversas opciones para la mesa y el disfrute de una alimentación sana y saludable, que en cada patio, terreno inutilizado, azotea o balcón se convierta en un esparcimiento sano y productivo con el apoyo de los especialistas del tema y de las autoridades locales, es ese un reto que tienen los comunicadores de hoy.

Configuración del entorno futuro de la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre

Una vez delimitado el entorno actual de la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre, se da la posibilidad de revelar los problemas y las oportunidades existentes. La exploración de los posibles cambios futuros permite definir cómo tienen que cambiarse los programas de la presente campaña para que continúen siendo eficaces y a qué cambios debería asignar prioridades el agente de marketing social.

La exploración del cambio futuro puede ilustrarse por medio de un análisis de los cambios tecnológicos y físicos que afectan al desarrollo de la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre. Se ha podido comprobar a través de otras experiencias en distintos municipios del país la efectividad de una agricultura urbana sostenible y bien equipada tecnológicamente en lugares estratégicos de las ciudades en beneficio de la población urbana.

El entorno tecnológico de la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre actual es evaluado como crítico ya que requiere de sistemas de riego potentes y eficaces en los diferentes huertos y organopónicos de la ciudad lo que aumentaría el rendimiento y calidad de las producciones. Este incremento abastecería a las principales instituciones estatales de la ciudad y los mercados durante todo el año, lo que permitiría la estabilidad en los precios de estos productos.

En el entorno físico de la ciudad se pueden recuperar áreas y patios en desuso mediante la implementación de los distintos subprogramas de la agricultura urbana, principalmente la construcción de nuevos huertos y organopónicos, donde se lograría una complementariedad entre el desarrollo de esta práctica agrícola y el embellecimiento del entorno urbano. Al mismo tiempo al aumentar el número de estas instituciones de producción agrícola conllevaría a una demanda de fuerza de trabajo y de empleos para los habitantes de Puerto Padre, de igual manera patios en producción aumentarían el número de cuentapropistas que buscarán el amparo legal para expender sus producciones.

Según el criterio de los especialistas de la agricultura urbana y del Departamento de Suelos del municipio y atendiendo a las características demográficas, y los tipos de suelos existentes en nuestra ciudad, se determinó que de los 28 subprogramas emitidos por el Grupo Nacional de la Agricultura Urbana para el periodo 2014-2016 solo se podrán aplicar los siguientes subprogramas:

Subprograma de hortalizas y vegetales

Los investigadores consideran que a pesar de los avances obtenidos y todas las acciones que se han realizado por fomentar el desarrollo del movimiento de la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre, la demanda de productos frescos es mayor que la oferta en los mercados estatales, evidenciándose inestabilidad en el abastecimiento de productos de alta demanda popular como son el pepino, el tomate, la zanahoria, la lechuga y otras hortalizas en los cuales los precios son más asequibles a la población con respecto al sector particular.

Subprograma de plantas ornamentales. Flores

Goza de gran impacto popular sin embargo no esta a la altura de la demanda de la población que tradicionalmente acepta su implementación; es una atractiva propuesta de esparcimiento sano y saludable, además de los beneficios económicos que reportaría.

Subprograma de organoponía semiprotegida

Mediante su desarrollo y puesta en práctica se abastecería a la población de vegetales y hortalizas frescos todo el año. Es este subprograma uno de los principales retos que enfrenta la agricultura urbana en la actualidad. Es una tecnología que se ha ido perfeccionando en todo el país y una importante fuente de empleo que se basa en un paradigma orgánico donde la calidad del sustrato y disponibilidad de humus de lombriz resultan esenciales.

Subprograma de capacitación

Se considera que en la ciudad de Puerto Padre se cuenta con un aceptable potencial cultural, se han formado a cientos de profesionales, la mayoría de esas personas poseen nivel universitario, de técnico medio, pre-universitario o secundaria terminada; fuerza capacitada que adquiere habilidades y conocimientos de forma rápida, existe un Instituto Politécnico Agropecuario (IPA), que imparte la carrera de técnico medio en Agronomía, y la Filial Universitaria Municipal donde se forman los ingenieros en esta especialidad, importante eslabón en el programa de capacitación de la agricultura urbana.

Respecto a los medios de difusión masiva locales, los pobladores se sienten más identificados con la emisora Radio Libertad y el Canal Azul y opinan que se puede hacer un gran trabajo en función del desarrollo de esta práctica agrícola.

Propuesta de Campaña de Marketing Social

Campaña de bien público **Sembrar para Crecer**

Resumen ejecutivo:

La presente propuesta de campaña de bien público está dirigida a los pobladores de la ciudad de Puerto Padre a aquellos propietarios de patios y solares con condiciones favorables para la aplicación de alguno de los subprogramas de la agricultura urbana, así como a trabajadores de instituciones estatales y a los directivos de

la agricultura urbana del municipio Puerto Padre. Por medio de una combinación de comunicación masiva y personal se dará a conocer el producto social, haciendo énfasis de sus beneficios aprovechando que se distingue de otros productos, siendo este ajustado a necesidades deseos preferencias de los adoptantes objetivos potenciales. El objetivo que se persigue es lograr modificar actitudes y conductas en la población puertopadrense, estimularla respecto a la agricultura urbana como nueva práctica social que garantizará una alimentación equilibrada y sana a la familia y la comunidad en un 70%.

El planteamiento que se propone para la realización de esta campaña surge de:

1. Una revisión bibliográfica de la literatura más adecuada referente al marketing social, las campañas de bien público y la agricultura urbana.
2. Un análisis de estudios recientes de diferentes segmentos poblacionales de las actitudes y conductas respecto a la agricultura urbana.
3. Entrevistas a expertos y representantes de la agricultura urbana en el municipio Puerto Padre así como a otras personas preocupadas por un cambio en función del desarrollo de la agricultura urbana.
4. Un examen de los programas y proyectos nacionales existentes respecto a la agricultura urbana.

Perfil de los adoptantes objetivos

La campaña apunta a dos segmentos de la población de adoptantes objetivo: a los pobladores de la ciudad y a organizaciones influyentes en el área. Los adoptantes objetivo meta serían aquellos que poseen condiciones favorables para la aplicación de alguno de los subprogramas de la agricultura urbana en gran medida residentes en los límites de la ciudad, y que necesitan un mayor conocimiento y asesoramiento para la explotación de los beneficios de la agricultura urbana.

Las organizaciones influyentes son: La Dirección Municipal de La Agricultura, los directivos de la Agricultura Urbana, los Comité de Defensa de la Revolución (CDR) los grupos de trabajo comunitarios, los delegados de los diferentes consejos populares de la ciudad, y los 4 huertos y el organopónico existentes en el perímetro de la ciudad de Puerto Padre.

La nueva práctica a difundir es que los adoptantes objetivos identifiquen a la agricultura urbana como una alternativa eficaz en la producción de alimentos dentro de la ciudad y que las organizaciones influyentes desarrollen y promuevan acciones para su implementación.

Este producto social se va a clasificar dentro de los presupuestos del Marketing de tipo 2, o sea va a satisfacer una necesidad que ya otros productos están abordando, pero que éste lo satisface de un modo más integral, y presenta una característica particular, y es que este producto social tiene en su base productos tangibles, porque para la adopción de la agricultura urbana como práctica agrícola se necesitan productos como semillas, tecnologías instrumentos agrícolas, que sin ellos es imposible que se adopte el producto social.

A nivel nacional se observa un tratamiento de la agricultura urbana principalmente a través de los medios de difusión nacionales, donde se pueden ver artistas y personalidades en spots televisivos promocionales referidos al desarrollo del movimiento de la agricultura urbana, aún así la población de la ciudad de Puerto Padre no ha tenido buena acogida de este producto social. Entre las posibles causas están:

1. La situación geográfica de la ciudad de Puerto Padre, al estar asentada sobre una elevación a 34 msnm conlleva a una profundidad promedio de más de 5 m para alcanzar el manto freático
2. La erosión de los suelos dada la cercanía del mar.

3. poco tratamiento del tema por parte de los medios de difusión masiva locales.
4. En la ciudad no radican los representantes de la agricultura urbana municipal.
5. No existe en la ciudad una tienda de semillas y abonos orgánicos para la agricultura urbana.
6. No existe alguna tienda que oferte artículos y útiles necesarios para la agricultura urbana que facilite la compra a productores particulares o estatales de, machetes, guantes mangueras azadones, sistemas de riego entre otros.

Dentro de las fuentes alternativas de satisfacción que impiden a los adoptantes objetivos una buena adopción de este producto social se destaca como a pesar de que el desarrollo de la agricultura urbana puede aumentar la disponibilidad de productos frescos en los mercados con precios asequibles, una alternativa para satisfacer la demanda de esos productos es que muchos prefieren comprarlos en la feria comercial que se realiza cada sábado en la ciudad a la que acuden varios comerciantes de otros municipios y provincias, hecho que aumenta considerablemente, los precios de dichos productos. Es más fácil comprar que producir.

Exploración del entorno

Existen en la ciudad de Puerto Padre unas 10 áreas con un promedio de más de 1000 m², principalmente en los límites de la ciudad actualmente en desuso, en dos de las cuales la población vierte todo tipo de desechos de manera irresponsable de igual manera se identificaron más de 10 patios donde se puede aplicar cualquier subprograma de la agricultura urbana, 4 empresas estatales con patios deshabilitados. De los 4 huertos intensivos con que cuenta la ciudad 2 de ellos no poseen sistema de riego debido a roturas lo que hace bajo su rendimiento agrícola y solo existe un organopónico.

Esto da una idea de que las producciones no satisfacen la demanda de las diferentes instituciones como salud, educación, entre otras a los cuales se destinan el 80% de las producciones ellas y solo un 20% al consumo de la población por lo que las ofertas en los mercados no son estables ni suficientes.

Además, estudios recientes han demostrado que en la agricultura tradicional se aplican tóxicos a los productos y estos a su vez son perjudiciales a la salud, en cambio la agricultura urbana aboga por la utilización de fertilizantes orgánicos que no contaminan el medio ambiente ni dañan la salud humana.

Oportunidades y riesgos

Entre los adoptantes objetivos se han desarrollado un grupo de esquemas de consumo que presentan una combinación de oportunidades y riesgos. Los principales son los siguientes: esta campaña brindará la oportunidad de que los pobladores obtengan productos frescos para el consumo durante todo el año, al existir una mayor oferta y posibilita una estabilización de los precios de estos productos que ya no habría que importarlos de otros municipios y provincias, la oportunidad de embellecer el entorno urbano y el aprovechamiento de cada espacio para un uso productivo, existe el riesgo de que no se apruebe el presupuesto para la aplicación de esta campaña, la oportunidad de aplicar otros subprogramas de la agricultura urbana de gran impacto social como son, plantas medicinales, plantas ornamentales, floricultura, organopónia semiprotégidos, cultivos tapados entre otros, existe el riesgo de que el producto social no sea acogido como se prevé por los adoptantes objetivos, dando al traste con el éxito de la campaña.

Es bien conocido que la publicidad es la principal forma de promoción, lo que representa una oportunidad para la campaña. La publicidad ha promovido eficazmente el actual movimiento de la agricultura urbana a nivel nacional, estas experiencias

a través de los medios de comunicación masivos locales, Emisora Radio Libertad y Telecentro Canal Azul, van a permitir al agente de cambio y las organizaciones influyentes orientarse en la planificación de esta campaña.

Objetivos del producto social y de la campaña

Para los adoptantes objetivo meta:

Aumentar las propuestas de productos comunicativos en los medios de comunicación masivos locales en relación con la agricultura urbana y su importancia e incidir a través de acciones comunicativas en el mejoramiento de la calidad de vida de la población propiciando el consumo de productos frescos como resultado de esta práctica agrícola.

Estrategias del marketing social y su combinación

Se inició una investigación respecto al conocimiento, las actitudes y conductas de los adoptantes objetivo, con el fin de identificar que segmentos tienen las condiciones favorables para desarrollar alguno de los subprogramas de la agricultura urbana y determinar las formas de influir sobre ellos para cambiar su conducta.

Objetivos: En base a la investigación de mercado se identificaron los segmentos objetivos. Los segmentos de alto riesgo para las estrategias específicas de la campaña que serán objeto de mayor precisión.

Posicionamiento: los mensajes de comunicación y publicidad se posicionaran de modo que encajen en cada segmento objetivo. Los temas de la campaña se harán a la medida de cada segmento.

Canales de comunicación

Se utilizarán los dos principales medios de difusión masiva del municipio, la emisora Radio Libertad y el telecentro Canal Azul, se realizarán debates con la participación de los

representantes y especialistas del tema agricultura urbana y se confeccionarán plegables promocionales donde se promueva el movimiento de la agricultura urbana.

Canales de distribución del producto social

Al adoptante objetivo se les proporcionarán los medios para realizar sus intenciones de adoptar una nueva visión de la agricultura urbana, les será accesible cierta información de la campaña. Las unidades comercializadoras serán estimuladas a obtener ventajas por las oportunidades de explotar un nuevo mercado en la medida que se amplíe el movimiento de la agricultura urbana. Las producciones se promocionarán verbalmente en los distintos mercados de la ciudad y se abastecerán las instituciones priorizadas del municipio.

Publicidad

La publicidad y los mensajes informativos se prepararán de un modo que atraigan la atención hacia el desarrollo de la agricultura urbana para la ciudad de Puerto Padre. Se transmitirán diferentes mensajes promocionales a través de los medios de difusión masivos locales atendiendo cada tipo de segmentos de adoptantes objetivo.

Algunas propuestas para la confección de spots radiales y televisivos:

1. Si no tienes trabajo, la agricultura urbana es la solución a lo que buscas: A tiempo se gana tiempo (para los segmentos poblacionales desempleados).
2. Únete al movimiento de la agricultura urbana de tu ciudad " Desde tu barrio, por tu barrio y para tu barrio (para la familia).
3. La agricultura urbana es una práctica agrícola sostenible de muy bajo costo y de fácil implementación. "Madre tierra, te cuido y me alimentas". (para los que creen que es costoso).

4. Si tienes un pedazo de tierra y deseas cultivarla, dirígete al representante de la agricultura o a la granja urbana municipal. Ellos te informarán, asesorarán y conducirán a obtener el máximo rendimiento de tus producciones (general).

Plan de medios de comunicación

En las diferentes reuniones y charlas, la comunicación personal juega un papel fundamental en la divulgación de la campaña ya que permite informar, orientar de una manera más efectiva, cara a cara.

Se escogen La Emisora Radio Libertad y el Telecentro Canal Azul como medios de comunicación masivos debido a su impacto en la localidad.

En la emisora, el programa Actualidades, es su informativo por excelencia, dedica un tiempo al aire de 15 minutos, con una frecuencia quincenal, a la promoción y el debate de temas de interés social de la localidad; lo que constituye una oportunidad para la propagación de la campaña, y para que comparezcan ante la audiencia los directivos de la agricultura urbana, así como especialistas en el tema.

De igual manera el Telecentro Municipal presenta cada sábado la revista de participación Detalles con una duración de 27 minutos, se debaten temas de importancia para la ciudad, este espacio constituye, atendiendo a su horario y niveles de audiencia, un importante eslabón para difundir el producto social y alcanzar los objetivos propuestos para la campaña.

Se aplicarán encuestas para medir el alcance y resultados de la campaña, tomando como muestra a pobladores de los 4 consejos populares de la ciudad, lugar donde se iniciará, con proyecciones de incrementarse en todo el municipio.

Se emplearán informaciones impresas a través de boletines, que contendrán el plan de actividades y los objetivos previstos para la campaña, que serán distribuidos entre los adoptantes objetivos.

Presupuesto

La campaña tendrá una duración de dos años, de agosto 2014 al 2016. Las estimaciones estarán basadas en los costes previstos por la distribución del programa de comunicaciones, cálculo de los recursos humanos, recursos materiales, viáticos, energéticos, subcontrataciones para la impresión de documentos, locales, servicios gastronómicos, y el diseño de spots radiales y televisivos.

Etapas de la campaña.

La campaña consta de 3 etapas, conformadas de la siguiente forma:

Etapa # 1

Se explicarán los objetivos y el problema de investigación así como los fundamentos de la campaña, se realizarán talleres donde participen las principales organizaciones influyentes para la campaña, la presidirá el director municipal de la agricultura urbana y se coordinará con los directivos de los medios de difusión masiva de la localidad, las formas, medios y los espacios para la promoción y difusión del producto social.

Etapa # 2

En esta fase, a través de la comunicación personal verbal, escrita y de los medios de difusión masiva, se explicarán los objetivos, fundamentos, importancia y problemática que propiciaron la realización de la campaña, con el objetivo fundamental es informar sensibilizar e incentivar una conducta de acciones positivas en los adoptantes objetivos mediante debates participativos en los diferentes consejos populares de la ciudad y uno central, mensual, en el cine teatro de la ciudad, para ir evaluando el desarrollo y evolución de la campaña en los que participen delegados, representantes de la agricultura urbana del municipio, especialistas, agentes de cambio y la población en general.

Se distribuirán plegables informativos, además comparecerán ante los medios los principales implicados en la campaña, los que se convertirán

en divulgadores directos y se proyectarán spots publicitarios dirigidos a los adoptantes objetivo potenciales en el transcurso del programa y como anuncios promocionales.

Etapa # 3

En esta última etapa se analizan los efectos conseguidos a través de encuestas a los adoptantes objetivos y visitas de comprobación. Estos datos son cruciales para el control de la evolución y éxito de la campaña.

Discusión

La campaña en su etapa inicial ha sido de gran importancia para realizar transformaciones en la población puertopadrense, pues ya se palpan avances y resultados preliminares en su fase de implementación, pues de las 10 aéreas identificadas en la etapa de diagnóstico, en cuatro de ellas se ha realizado una intensa labor de saneamiento ambiental y se preparan las condiciones para habilitar huertos de cultivos de ciclo corto, se han desarrollado tres talleres a los gestores comunitarios sobre las bondades e importancia económica de esta práctica agrícola, los medios de comunicación, principalmente la Emisora Radio Libertad promociona espacios relacionados con la temática, la Filial Universitaria Municipal y la Dirección de la ANAP cuentan con espacios para asesorar a la población interesada en incorporarse a este movimiento, las autoridades del territorio reconocen el impacto de la investigación en la comunidad y este año se preparan las bases para que el municipio de Puerto Padre opte por la condición de Municipio de Referencia en la Agricultura Urbana.

Los resultados proyectados por la campaña son superiores, aunque los elementos mencionados anteriormente evidencian su efectividad al incrementarse la motivación en la población de que la agricultura urbana constituye una necesidad y una alternativa para la alimentación al menor costo posible.

La campaña propuesta demuestra cómo a través del esfuerzo público y mediante la toma de conciencia, se pueden obtener resultados reales que aportan beneficios al desarrollo local y contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de los puertopadrenses.

De los resultados analizados en la etapa inicial, se definieron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas necesarias para garantizar la continuidad de la campaña de bien público propuesta.

Debilidades:

- Escasos estudios y acciones realizadas por entidades estatales sobre la agricultura urbana.
- Aún es insuficiente la promoción de esta práctica agrícola por parte de los medios de difusión masiva locales.

Amenazas:

- Bajo presupuesto en el gobierno local destinado a la instauración de los diferentes subprogramas de la agricultura urbana.
- Insuficiente equipamiento tecnológico destinado a los sistemas de riego de los huertos estatales del territorio.

Fortalezas:

- Los pobladores puertopadrenses se sienten motivados por las bondades de esta práctica agrícola.
- Contar con dos importantes medios de difusión masiva en la ciudad (Radio Libertad y Canal Azul).

Oportunidades:

- Posibilidad de producir alimentos saludables bajo un sistema ecológico.
- Posibilidad de elevar el abastecimiento de los productos que ofrece la agricultura urbana a un bajo costo.

El mayor aporte de la investigación está dado por los resultados de la puesta en marcha de la campaña, en función de lograr la consolidación del Programa Nacional de la Agricultura Urbana en el Municipio de Puerto Padre, se considerada una solución efectiva para el desarrollo urbano y económico del municipio y un importante eslabón en el mejoramiento de la calidad de vida de la población, así como en el fortalecimiento de la infraestructura de apoyo al proceso productivo, con impactos en la esfera económica, social y en la biodiversidad, ya que contribuirá a la producción de alimentos variados, frescos y sanos en áreas disponibles, antes improductivas; además de lograr producciones que se basan en prácticas orgánicas que no contaminan el ambiente, mediante el uso racional de los recursos disponibles de cada territorio. Por su ubicación geográfica y destino de consumo, es una agricultura de bajos insumos, que racionaliza el uso de agrotóxicos, implica el uso racional del agua, una exquisitez en el cuidado de la fertilidad de los suelos y manejo integral de los cultivos.

Los autores consideran que es una alternativa más de ingresos y fuente de empleos a la población incorporando tecnologías sostenibles de producción y manejo ambiental, por tanto la agricultura urbana se perfila hoy en el territorio como una estrategia de gestión integral del ambiente urbano, generando correlaciones entre la conservación y reciclaje de los recursos naturales del suelo y el agua, la recuperación paisajística y ecológica de los territorios degradados.

Conclusiones

El desarrollo de la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre se valora como desfavorable, pues los principales resultados de esta práctica agrícola se enmarcan básicamente dentro de la agricultura periurbana, al contrario del escenario urbano que son casi nulos, por tanto las producciones no son suficientes.

Existe poco conocimiento de manera general acerca de qué es la agricultura urbana y de sus subprogramas, por lo que es necesario desarrollar acciones comunicativas y de capacitación que permitan asesorar e informar a la población como principio básico para cambiar actitudes.

La campaña de bien público diseñada da respuesta a las acciones que desde la comunicación permitirán un cambio de actitudes en la población respecto al desarrollo de la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre.

La puesta en práctica del plan de acciones de la campaña arroja resultados positivos a partir de la respuesta que ha dado la población en la implementación del programa, motivaciones que conllevan a optar en este año la condición Municipio de Referencia en la Agricultura Urbana.

Recomendaciones

Implementar las acciones que contempla la campaña.

Generalizar los resultados de la investigación en otras comunidades y municipios del país, donde existen problemáticas similares.

Literatura citada

- Alonso, M. & Salarias, H. (2002): Para investigar en comunicación social. Guía didáctica. La Habana. Cuba. Editorial Félix Varela.
- Agricultura urbana: alternativa que más resiste las inclemencias (2006, Enero 5). Periódico Granma, año 42/ Núm. 4, Pág. 4 y 5: Cuba. Editorial Granma.
- Ander-EGG, E. (2002). Métodos y técnicas de investigación social III. Cómo organizar el trabajo de investigación. México. Editorial Luman Humanistas.
- Colectivo de Autores. (2001). La agricultura urbana en Cuba. Transformando el campo cubano. La Habana. Cuba.
- De la Mota, I. (1989) Campaña de bien público. En: Diccionario de la Comunicación. Televisión, Publicidad, Prensa, Radio. Tomo I. Madrid. Editorial Paraninfo.
- García L. (2001). Educación y capacitación agroecológicas. Transformando el campo cubano. La Habana. Cuba.
- Grupo Nacional de la Agricultura Urbana. (2007). Lineamientos para los subprogramas de la agricultura urbana para 2008-2010. La Habana. Cuba.
- Hernández, R. (2004). Metodología de la Investigación, Tomo I y II, La Habana, Cuba. Editorial Félix Varela.
- Kotler, P. (1992). Dirección de Marketing, 7ª ED, Practice-Hall, Madrid.
- Kotler, P. (2000). Dirección de Marketing: análisis, planificación, gestión y control 3t.
- Kotler, P. Marketing Social. (2003). La Habana. Editorial Félix Varela.
- Kotler, P. & Eduardo, R. (2006). Marketing Social. Estrategias para cambiar la conducta pública. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
- Kotler, P. & Armstrong, G. (2003). Fundamento de Mercadotecnia. 2a ed. Editorial Prentice Haul. México.
- Kotler, P., Cámara, D., Grande, I. & Cruz, I. (2010). Dirección de Marketing. La Habana, Cuba. Editorial Félix Varela.
- Kotler, y Andreasen. (1987). Strategic Marketing for Nonprofit. Organizations. Practice Haling, Nueva Jersey, Estados Unidos.
- López, L. (2003). Comunicación Social. Selección de Lecturas. Tomo I y II. La Habana. Cuba.
- Moreno, J. (2006). Gestión de Proyectos Sociales y Culturales. La Habana, Cuba. Editorial Félix Varela.
- Moreno, O. (2007). Agricultura Urbana: Nuevas Estrategias de Integración Social y Recuperación Ambiental en la Ciudad. Revista Electrónica DU&P. Diseño Urbano y Paisaje Volumen IV N°11. Centro de Estudios Arquitectónicos, Urbanísticos y del Paisaje Universidad Central de Chile. Santiago, Chile.
- Santesmases, M. (1998). "Marketing conceptos y estrategias", Ed. Pirámide.
- Wolf, M. (2007). La investigación de la comunicación de masas. La Habana: Cuba Editorial Félix Varela.

Evaluación en pérdidas de durazno (*Prunus persica*) variedad rubidoux en la granja experimental Tunguavita Paipa, Boyacá, Colombia

Evaluation of peach losses (*Prunus pérsica*), rubidoux variety, in the experimental farm Tunguavita Paipa, Boyaca, Colombia

Avaliação em Perdas de pêsego (Prunus persica) variedade rubidoux na Fazenda Experimental Tunguavita Paipa, Boyacá, Colômbia

Angela Johana Lemus Cerón¹ Lisney Alessandra Bastidas Parrado ² & Gloria Acened Puentes Montañez³

¹Administradora de Empresas Agropecuarias, Especialista Tecnológica en Gerencia de Proyectos.
²Ingeniero Agrónomo. Magíster en Ciencias-Microbiología. ³Administradora Agrícola. Especialista en Proyectos de Desarrollo. Magister en Ciencias Agrarias

^{1,2,3}Grupo de Investigación CERES. Escuela Administración de Empresas Agropecuarias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (U.P.T.C). Seccional Duitama, Granja Experimental Tunguavita, Paipa, Boyacá, Colombia

¹alegna.lemus@gmail.com, ²lisney.parrado@uptc.edu.co, ³glorispuentes@hotmail.com.

Resumen

Boyacá es un departamento colombiano con una posición geográfica privilegiada, cuya economía se basa principalmente en la producción agropecuaria; el durazno representa un renglón importante en la economía frutícola de Boyacá, sin embargo algunas prácticas culturales y de manejo de cultivo inadecuadas han generado pérdidas graduales en el proceso productivo. A fin de comparar la producción en un huerto con extensión de 4 ha, distribuido en tres lotes de durazno variedad Rubidoux, en la granja experimental Tunguavita, municipio de Paipa, Boyacá, Colombia, se seleccionó una muestra aleatoria de 150 árboles frutales, marcados de acuerdo a la distribución del huerto de durazno, los datos recopilados en campo se tomaron con base en la producción y a variables de pérdida como número de frutos totales por árbol, frutos sobremaduros, frutos caídos por accidente, frutos

aptos no cosechados, frutos desechados por daño. El análisis mostró que al obtener los 3 intervalos de diferencias en cuanto al límite superior e inferior, la producción es mayor en los lotes 1 y 2 respecto al lote 3, para las variables de pérdida el porcentaje fue del 14%, y los parámetros obtenidos, no presentaron diferencias estadísticas.

Palabras clave: producción, evaluación, pérdida, cosecha, lotes, comparación.

Abstract

Boyacá is a colombian department with a geographical privileged position, whose economy is based mainly in agricultural production, peach represents an important step to Boyacá's fruit-growing economy, nevertheless, some inadequate cultural and management practices have generated

gradual losses into the productive process. In order to compare the production in a patch with an extension of 4 ha, it was distributed into three sets of peach Rubidoux variety, in the experimental farm Tunguavita, Paipa municipality, Boyaca, Colombia. A random sample was taken from 150 fruit trees, marked according to the distribution of the peach patch, data collected in the field are taken based on the production and the losses variables like the total number of fruits per tree, overripe fruits, per accident fallen fruits, suitable fruits not collected, damaged discarded fruits. The analysis showed that, when obtaining the 3 intervals of differences regarding the superior and inferior limit, the production is higher in sets 1 and 2 in relation to set 3, for the losses variables the percentage was 14%, and the parameters obtained did not present statistical differences.

Key-words: production, evaluation, loss, harvest, sets, comparison.

Resumo

Boyacá é um departamento colombiano com uma posição geográfica privilegiada, cuja economia é

baseada principalmente na produção agrícola, pêsego representa uma linha importante na economia frutícola de Boyacá, mas algumas práticas culturais de manejo da cultura inadequadas têm gerado perdas incrementais no processo de produção. Para comparar a produção em um horta com área de 4 ha, distribuídos em três lotes de variedade de pêsego Rubidoux, Tunguavita; na fazenda experimental no município de Paipa-Boyacá, foi feita uma amostra aleatória de 150 árvores frutais, marcadas de acordo com a distribuição da horta de pêsego, os coletados em campo foram tomadas de acordo com as variáveis de produção e de perda de como o número total de frutos por árvore, frutos demasiado maduros, frutos acidentalmente caídos, frutos bons no colhidos, frutos rejeitados por danos. A análise mostrou que para obter os três intervalos de diferenças no limite superior e inferior, a produção é maior nos lotes 1 e 2 para o lote 3, para as variáveis de perda a percentagem foi de 14%, e os parâmetros obtidos, eles não apresentaram diferença estatística.

Palavras-chave: produção, avaliação, perda, colheita, lote, comparação

Introducción

El durazno (*Prunus persica* L) originario de China, mediante caravana de comerciantes se extendió por Europa, llegando a América en el siglo XVI a través de los colonizadores españoles. De acuerdo al contexto mundial la producción de durazno asciende a 21.4 millones de t año⁻¹ (FAO, 2014). Colombia cuenta con 433 especies nativas de frutales comestibles identificados, que la hacen el primer país del mundo en biodiversidad de frutas por km², en las cuales el durazno participa con el 60,13% de la producción nacional (Agronet, 2012). La producción de caducifolios se estima en 2.000 ha sembradas en el departamento de Boyacá, con un rendimiento promedio de 15 t ha⁻¹, donde el durazno representa el 33,7% de la producción (SCCH,

2012). En la región son cinco municipios, principalmente, los que abastecen los mercados con este producto, entre los cuales Paipa aporta 12,1% de la producción (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010), con un rendimiento de 19 tha⁻¹, un área sembrada de 88 ha y una producción de 1.425 t fruto fresco⁻¹ (E.V.A, 2012).

Dentro de la cadena productiva del durazno, el eslabón de la cosecha constituye una labor esencial en el proceso, al considerarse el conjunto de la cadena agro-alimentaria, se puede decir que la cosecha constituye un elemento de transición, o también una cima que separa dos vertientes: la vertiente pre-cosecha, correspondiente a la

actividad de producción propiamente dicha, y la vertiente post-cosecha, que va desde los trabajos de cosecha hasta el consumo (FAO, 2002), la pre-cosecha es un concepto relevante ya que para la obtención de producciones de calidad se requiere un adecuado crecimiento de la planta y desarrollo del fruto durante dicho periodo.

Los diferentes factores que controlan estos complejos procesos determinan la calidad del producto en el momento de la recolección e igualmente su comportamiento y vida comercial útil durante la poscosecha. Sin embargo en el marco de la actividad productiva de caducifolios en el departamento de Boyacá se destacan problemáticas a nivel de la pre-cosecha, la causa radica en la falta de planeación del cultivo y en la deficiente visión empresarial (Puentes, 2006). Los factores pre-cosecha que influyen sobre la calidad son muy diversos entre ellos se postulan los agronómicos que incluyen las características del suelo, textura, drenaje, y disponibilidad de nutrientes, los cuales afectan sobre todo al tamaño y aspecto externo del fruto (Romojaro *et al.*, 2007).

El durazno es un fruto climatérico, continúa su proceso de maduración aún después de su cosecha. Este tipo de frutos dependen de muchos factores para determinar su manera de maduración viéndose afectado por la presencia de daños mecánicos, los cuales afectan su apariencia y aceleran su descomposición (Chávez *et al.*, 2013). La frecuencia de estas alteraciones se incrementa en la medida que el manejo de la fruta no es el adecuado (Alfárez *et al.*, 2003). De esta manera la eficiencia de la operación de cosecha depende de la disponibilidad de mano de obra calificada, la implantación de buenas prácticas de manejo poscosecha y la adopción de métodos adecuados de cosecha (García, 2006), a esto debe sumársele las prácticas pre-cosecha implícitas en la calidad y el rendimiento en campo el cual contiene un sistema articulado, que incluye la planeación del cultivo, todas las labores culturales a desarrollar, como la siembra, fertilización, podas y el saneamiento.

Este estudio se llevó a cabo en el municipio de Paipa, Boyacá, donde se realizó una comparación de variables de pérdida en tres lotes cultivados con durazno variedad Rubidoux en los cuales se evaluó la producción por lote y los parámetros de pérdida. A través del trabajo en campo y la observación en la granja experimental Tinguavita de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC, durante los 74 días del periodo de cosecha se establecieron datos relacionados con número de frutos cosechados, frutos sobremaduros, frutos caídos por accidente, frutos aptos no cosechados, frutos desechados por daño, así se lograron establecer las diferencias entre las producciones según los lotes y el comportamiento de los mismos frente a las condiciones agroecológicas y el manejo en el eslabón de la cosecha.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la granja experimental Tinguavita km 4 Vía Paipa – Toca, vereda El Salitre, municipio de Paipa (Boyacá, Colombia), en una plantación de 4 ha de durazno variedad Rubidoux con densidad de siembra de 1500 árboles, a una altura de 2.480 msnm latitud de 0.5° 45' Norte, Longitud 73° 45' Oeste (U.P.T.C., 2014), cada árbol cuenta con una altura aproximada de 2.5 m, una distancia de siembra de 5m x 5m y 10 años de edad, con propagación por patrón de injertación durazno blanco común, suelo de clase textural franco arcilloso. La zona se caracteriza por presentar un régimen climático bimodal, temperatura promedio de 13,8 °C y humedad relativa de 74%, la precipitación durante el periodo de estudio fue de 343,6 mm anuales para un promedio de 7,31 mm día⁻¹ (Estación Meteorológica. IDEAM, 2013).

El cultivo dispone de 3 lotes con una distribución de 525, 515 y 460 árboles para los lotes 1, 2 y 3 respectivamente, es así como se utilizó el método de muestreo aleatorio sistemático, en intervalos constantes, de acuerdo al número de elementos (Beren-son, Levine & Krehbiel, 2006), tomando una muestra

del 10% de la población total correspondiente a 150 árboles frutales. Estos fueron marcados aleatoriamente con cintas plásticas de color, tanto en ramas como en el tronco teniendo en cuenta espacios visibles, con el fin de realizar seguimiento y registro de datos. La marcación del material vegetativo se estableció de acuerdo a la distribución del cultivo de durazno, los lotes 1 y 2 divididos en dos bloques, cada uno con 10 hileras de árboles frutales; el lote 3 de un solo bloque con 11 hileras consecutivas, los árboles de los bordes en cada lote se descartaron por tener diferencias de radiación solar.

El trabajo se realizó dada la época de cosecha durante los meses de marzo a mayo de 2013, los datos recopilados en campo por lote, se tomaron cada 5 días con 24 tomas y 6 pases evaluados, teniendo en cuenta variables determinadas en cosecha: número de frutos totales por árbol (F.T), número de frutos sobremaduros (F.SM), frutos caídos por accidente (F.CA), frutos aptos no cosechados (F.ANC), frutos desechados por daño (F.DD), metodología similar a Arauz & Mora (1983), para asignación de variables para la determinación de problemas en poscosecha de frutas. La investigación buscó determinar diferencias de producción en tres lotes sembrados de durazno Rubidoux, atendiendo al interés de mejorar gradualmente la producción de esta variedad.

Para las variables anteriormente mencionadas y para los pases en cada uno de los 3 lotes se realizó análisis de varianza (Anova), en cuanto a la variable F.T se hicieron pruebas de comparación de medias por Tukey ($\alpha = 0,05$) intervalos de diferencias de medias y diferencia mínima significativa (DMS) utilizando el programa estadístico R.

Resultados y discusión

Producción por Lote

Se compararon los 3 lotes de durazno variedad Rubidoux y se observó que el lote 1 obtuvo una producción comercial de 3.424 kg, el lote 2 alcanzó los 3.538 kg y el lote 3 mostró una producción de 1.236 kg. El análisis de varianza para la producción no presentó diferencia significativa (confianza del 95%), de esta manera se obtuvo que las medias de los tratamientos mostraron un comportamiento similar. Al aplicar la prueba de Tukey, para comparar las parejas de medias de tratamiento, entre L1 – L2; L1 - L3; L2- L3, se obtiene que la prueba no es significativa, por lo tanto no hay diferencia entre medias.

Como complemento a este análisis, se efectuó la prueba de comparación mediante el método de mínima diferencia significativa (DMS), la prueba da como resultado que ningún p valor se encuentra por debajo del α , por lo tanto no hay desigualdad entre cualquier par de diferencias de medias en cada lote. Estos resultados se dan, una vez que los lotes están expuestos a condiciones climáticas iguales, el origen del material vegetal es el mismo, sin embargo el último análisis de suelo demuestra diferencias en los contenidos de materia orgánica y los niveles en algunos elementos (Tabla 1). Según Romojaro *et al.* (2007) los aspectos anteriormente mencionados influyen en el comportamiento fenológico y dependen intrínsecamente de cada planta, otros son de tipo genético, ambiental y de manejo de cultivo.

Tabla 1. Análisis de suelo para los lotes experimentales

	pH	M.O	Al	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	
L1	4.8	%	meq 100 g de suelo – cmol* Kg ⁻¹					Elementos menores (ppm)				
		2.45	1.0	4.94	0.64	0.82	0.14	275	8.42	1.11	5.66	
L2	5.1	%	meq 100 g de suelo – cmol* Kg ⁻¹					Elementos menores (ppm)				
		2.89	1.6	5.02	1.02	0.5	0.26	246	9,02	1.93	5.54	
L3	4.6	%	meq 100 g de suelo – cmol* Kg ⁻¹					Elementos menores (ppm)				
		2.09	1.3	4.17	0.62	0.45	0.11	223	7,92	1.21	4.97	

Métodos analíticos (CAL- ICONTEC)

Sin embargo al obtener los 3 intervalos de diferencias en cuanto al límite superior e inferior, se deduce que las diferencias entre las medias (med), med1-med2 se encuentran contenidas en el cero, por tanto están casi a la misma distancia tanto a la izquierda como a la derecha. Una vez que las diferencias entre med1 y med3, med2 y med3 están contenidas en mayor medida en el eje positivo, se estima que la producción es mayor en los lotes 1 y 2 que en el lote 3 (Tabla 2).

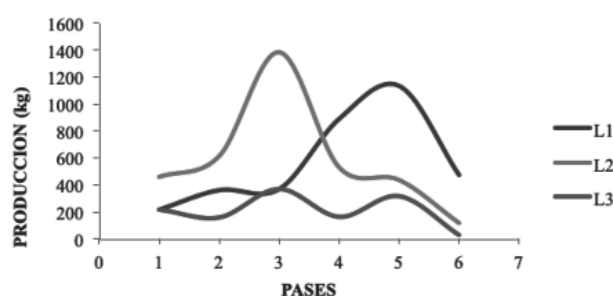
Tabla 2. Producción de durazno Rubidoux en cada lote -Granja Experimental Tinguavita

	PRODUCCIÓN (kg ha ⁻¹)
L1	3.424 ^{ab}
L2	3.538 ^{ab}
L3	1.236 ^a

Las sumas de los kilogramos por lote con letras distintas indican diferencias en producción. Se utilizó comparación de medias por Tukey ($\alpha = 0,05$)

Se hizo un análisis de varianza entre pases, lo cual mostró un comportamiento similar con respecto a las medias, no hubo diferencia significativa entre cada uno de los pases aunque todo el periodo de

cosecha tuvo una conducta gradual, se presentó un pico de recolección tanto en el pase 3 como en el pase 5 con una producción de 2.115 y 1880 kg respectivamente, claramente se evidenció una cosecha equiparable para el lote 1 y 3 en el mismo pase (Figura 1).

**Figura 1.** Comportamiento de lotes respecto a los pases. Se utilizó análisis de varianza (Anova)

La Figura 2 resume medidas estadísticas entre el valor mínimo, máximo, mediana y los cuartiles en cada uno de los pases, se observaron datos atípicos con respecto a la producción (kg) obtenida, se muestra que en el cuartil 3 se obtuvo mayor producción de durazno para L1 ya que la dispersión es mayor para este lote, las distribuciones con respecto a la mediana son similares entre los L1- L2, sin embargo muestran una diferencia para L3.

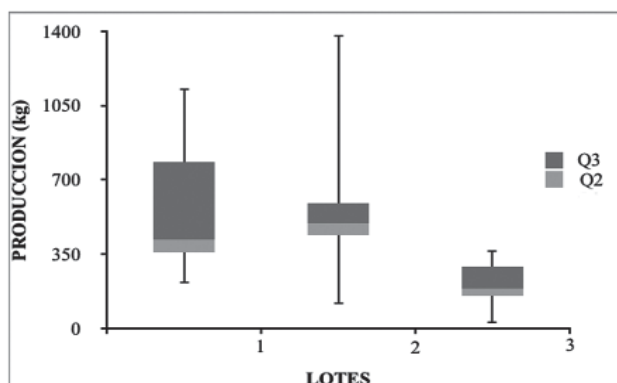


Figura 2. Distribución de datos por lotes.

Box plot, mínimo, máximo, mediana y cuartiles

La curva de producción (Figura 3) muestra una curva bimodal, ya que se manifiestan dos máximos, aunque la producción para esta especie normalmente presenta curva de frecuencias monomodal, la producción de fruta se inicia en el ciclo 3 y se va incrementando hasta llegar al punto máximo de producción en el quinto ciclo (Pilapaña, 2013), se observó esta particularidad, dadas las incidencias de lluvia que presentó este periodo de cosecha; el porcentaje más representativo se obtuvo en el día 10 de la toma de datos en recolección el cual representó el 25.8 % del total de la cosecha con respecto a los demás pases.

Parámetros de pérdidas

Teniendo en cuenta que el porcentaje de pérdida total fue del 14%, el análisis para las variables F.SM, F.ANC, F.CA y F.DD, no presentó diferencias estadísticas. En cuanto a la variable F.SM se observó el porcentaje más alto (Tabla 2), con promedios entre los 22.93 kg hasta los 56.63 kg, razón que se atribuye a la tardía recolección debido a las características climáticas que se presentaron en la zona de estudio, precipitaciones que oscilaron con un máximo de 27,7 mm día⁻¹ y un mínimo de 0,1 mm día⁻¹. A su vez la variable F.ANC representó un porcentaje de pérdida del 2,4% y en cuanto al parámetro de F.CA se obtuvo que el valor del F calculado correspondiente al análisis de los lotes, fue inferior al valor crítico de F, con diferencias

estadísticas no significativas entre los lotes. Los F.DD obtuvieron promedios de 15.7, 11.5, 7.817 kg en L1, L2 y L3 respectivamente.

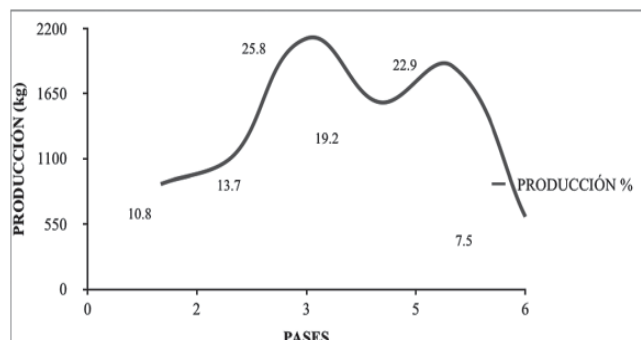


Figura 3. Curva de producción en porcentaje de durazno Rubidoux, primer semestre 2013 - Granja Experimental Tinguavita – Paipa Boyacá

Tabla 2. Comportamiento de pérdidas en la cosecha del durazno (*Prunus persica*) Var. Rubidoux, para los tres lotes en la Granja Tinguavita U.P.T.C. 2013

Parámetros de Pérdida en Frutos	Porcentaje de pérdida (%)	Pérdida (kg)
Sobremaduros	7,5	723
Aptos no Cosechados	2,4	228
Desechados por Daño	2,2	210
Caídos por Accidente	1,9	190
TOTAL	14	1351

De acuerdo con el planteamiento de Puentes, Rodríguez & Bermúdez (2008) según el análisis de grupo de empresas productoras de frutales caducifolios, muestra que el grupo media, con características similares del presente estudio, presenta un alto porcentaje de pérdidas del producto en la fase de la cosecha, debido a la falta de conocimiento en la identificación de índices de madurez, así como a la carencia de investigación en el comportamiento de cada una de las variedades establecidas.

Conclusiones

La comparación de los lotes de durazno variedad Rubidoux, aunque no evidenció diferencia a nivel estadístico, demuestra variabilidad de producción aun cuando las condiciones edáficas y el manejo son similares, varias razones se atribuyen a prácticas agrícolas realizadas en tiempos muy prolongados.

En el análisis del comportamiento en la producción de los tres lotes de durazno en la granja experimental Tinguavita, se obtienen diferencias que muestran mayor rendimiento a los lotes 1 y 2, el resultado en cuanto a los parámetros de pérdida refleja falencias a nivel de la recolección en el eslabón de la cosecha

La variable frutos sobremaduros (F.SM), obtuvo un porcentaje de 7.5% con mayor incidencia, más del 53.5 % de la totalidad de pérdidas respecto a las demás variables, dadas las características climáticas presentadas en el estudio y la presencia de lluvias durante esta época de cosecha.

Agradecimientos

Las autoras expresan sus agradecimientos a Colciencias, a la Dirección de Investigaciones DIN de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por el apoyo brindado al proyecto con código SGI 1329, y a la Granja Experimental Tinguavita por su disposición para la ejecución del proyecto.

Literatura citada

1. Agronet. (2012). Evaluaciones Agropecuarias - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Sistema de Estadísticas Agropecuarias – SEA. Recuperado de: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%C3%ADsticas.aspx>.
2. Alférez, F. Agustí, M. & L. Zacarías (2003) Postharvest rind staining in Navel oranges is aggravated by changes in storage relative humidity: effect on respiration, ethylene production and water potential. *Postharvest Biology and Technology*, 28(1), 143–152. Valencia, España.
3. Arauz, L & Mora, D. (1983). Preliminary evaluation of the postharvest problems in six tropical fruits in Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 7 (1), 43-53, Costa Rica, San José.
4. Berenson M., Levine. D. & Krehbiel T. (2006). Estadística para administración. México D.F: Pearson Educación.
5. Chávez, S., Escamilla, M., Mendoza, Y., Molina, J. & Sangerman, D. (2013). Design, fabrication and evaluation of a simulation prototype of dynamic stress on peach (*Prunus persica*). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(6), 933-945. México, D.F
6. EVA. (2012). Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Anuario estadístico del sector agropecuario 2012. (MADR), Bogotá, D.C.
7. FAO. (2002). Pérdidas Post Cosecha: Un concepto mal definido o mal utilizado. Compendio sobre pérdidas post cosecha FAO, Agro Industries and Post-Harvest Management Service (AGSI), Roma, Italia.
8. FAO. (2014). Faostat, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Dirección de estadísticas, Recuperado de: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/S>.
9. García, A. (2006). Caracterización física y química de duraznos (*Prunus persica* (L.) batsch) y efectividad de la refrigeración comercial en frutos acondicionados. *Bioagro*, 18 (2), 115-121. Barquisimeto – Venezuela.
10. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2010). Anuario estadístico de frutas y hortalizas 2006 – 2010 y sus calendarios de siembras y cosechas. Grupo sistema de información. Bogotá D.C.
11. Pilapaña, G. (2013). Rentabilidad de aguacate, durazno, mora y tomate de árbol en carchi, imbabura y tungurahua. Tesis pregrado, Ingeniería Agrónoma. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
12. Puentes, G. (2006). Sistema de producción de frutales caducifolios en el departamento de Boyacá. *Revista Equidad y Desarrollo*, 1(5), 39-46. Bogotá, D.C.
13. Puentes, G., Rodríguez, L. & Bermúdez L. (2008). Análisis de grupo de las empresas productoras de frutales caducifolios del departamento de Boyacá. *Agronomía Colombiana*, 26 (1), 146-154. Bogotá, Colombia.
14. Romojaro, F., M. Cabello, M. Egea, F. Flores, M. Martínez, F. Ribas & Sánchez, P. (2007). *Factores Pre-cosecha que afectan a la calidad de frutas y hortalizas*. España: Phytoma España.
15. SCCH, Sociedad Colombiana Ciencias Hortícolas. (2012). Los frutales caducifolios: una alternativa de re-conversión en el sector hortifrutícola boyacense. *Frutas & Hortalizas*, 3 (29), 15-19.
16. U.P.T.C. (2014). Sistema de información administrativo y financiero. Tunja: (SIAFI).

Recibido: 14 de febrero de 2014
 Aceptado: 03 de abril de 2014

Biofertilización nitrogenada como aporte a la sustentabilidad de la agricultura colombiana

Nitrogenous biofertilization as a contribution to sustainability of the Colombian agriculture

Biofertilização nitrogenada como aporte de sustentabilidade na agricultura colombiana

Sandra Patricia Montenegro Gómez¹ & Silvia Eugenia Barrera Berdugo²

¹Licenciada en Biología y Química. Especialista en manejo y conservación de suelos y aguas. Magister en ciencias agrarias, énfasis suelos. Doctora en Ciencias área de concentración microbiología Agrícola. ²Bióloga. Magister en Ciencias, área de concentración Suelos y nutrición de plantas. Estudiante de doctorado en Ciencias, área de concentración Suelos y nutrición de plantas Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP.

¹Centro de Investigación de Agricultura y Biotecnología-CIAB. Dosquebradas. Risaralda. Colombia.

²Departamento de Ciencia del Suelo. Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo- Brasil.

¹sandra.montenegro@unad.edu.co, ²sberdugo@usp.br

Resumen

El nitrógeno (N) es el nutriente más importante en términos de consumo de fertilizantes. La excesiva adición de N a través de fertilizantes y sus efectos nocivos en el ambiente es preocupación de científicos, ambientalistas, gobiernos, industria y cuerpos internacionales. El fortalecimiento en investigación y aprovechamiento de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) gana espacio como alternativa de agricultura sustentable a nivel global. En esta investigación se encontró que la interacción de bacterias fijadoras de nitrógeno (diazotróficas) con diversos cultivos ha sido tema de investigación a nivel mundial, debido al potencial biotecnológico evidenciado en el aumento de la productividad y posibilidad de reducción en costos tanto de producción como ambientales. En Colombia poco uso se hace de biofertilizantes nitrogenados, de acuerdo al DANE, 80% de agricultores usan fertilizantes de síntesis química, principalmente urea. Brasil, gran consumidor

de este fertilizante y de alta producción agrícola, hace grandes esfuerzos de inversión en ciencia y tecnología enfocados hacia la producción de biofertilizantes nitrogenados, logrando significativa disminución en costos de producción principalmente en soya, donde el ahorro de fertilizantes de síntesis química ha sido del orden de 10.3 billones de dólares anuales (EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Este centro investigativo plantea intensificar la investigación científica para en 2020 suministrar biofertilizantes que reduzcan los niveles de fertilizantes de síntesis química. Se concluye que este camino podría iniciarse en Colombia como una posibilidad para el crecimiento sustentable del agro, contextualizado en cultivos de interés para la economía colombiana.

Palabras clave: ciclo del nitrógeno, diazotróficos, fijación biológica de nitrógeno, biofertilización.

Abstract

Nitrogen (N) is the most important nutrient in means of fertilizer consumption. The excessive addition of N through fertilizers and its adverse effects into the environment is a scientists, environmentalists, governments, industry and international institutions concert. The strengthening in research and the exploitation of biological nitrogen fixation (BNF) gains space as an alternative for efficient agriculture in a global level. In this investigation it was found that the interaction of nitrogen-fixing bacteria (diazotrophic) with divers crops have been a subject of investigation in a global level, due to biotechnological potential showed in the increase of productivity and the possibility of reduce production and environmental costs as well. In Colombia, Nitrogenous biofertilizers are barely used, according to DANE, 80% of farmers use chemical fertilizers, mostly urea. Brazil, a great consumer of this fertilizer and with a high agricultural production, makes big investment efforts in science and technology focused into the production of nitrogenous biofertilizers, achieving a meaningful reduction in production costs specially in soya, where the saving is chemical fertilizers has been of the order of 10.3 billions of dollars per year (EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). This research center contemplates to intensify the scientific investigation for in 2020 supplying biofertilizers that reduce the levels of chemical fertilizers. It is concluded that this road can be initiated in Colombia as a possibility to the efficient growth of agriculture, contextualized in crops of interest to the Colombian economy.

Key-words: Nitrogen cycle, diazotrophic, biological nitrogen fixation, biofertilization

Resumo

O nitrogênio (N) é o nutriente mais importante em termos de consumo de fertilizantes. A excessiva adição de N através de fertilizantes e os seus efeitos nocivos sobre o ambiente é preocupação dos cientistas, ambientalistas, governos, indústria e organismos internacionais. Reforço da investigação e utilização de fixação biológica de nitrogênio (FBN) hoje a ganha terreno como uma alternativa para a agricultura sustentável em todo o mundo. Esta pesquisa constatou que a interação de bactérias fixadoras de nitrogênio (diazotróficas) com várias culturas tem sido objeto de investigação no mundo todo, devido ao potencial biotecnológico evidenciado pelo aumento da produtividade e redução de custos de produção e ambiental. Na Colômbia, pouco é feito uso de biofertilizantes de nitrogênio, de acordo com o DANE, 80% dos agricultores usam fertilizantes químicos sintéticos, especialmente ureia. Brasil, um dos maiores consumidores de fertilizantes e de alta produção agrícola, faz grandes esforços para investir em ciência e tecnologia voltada para a produção de biofertilizantes nitrogenados, obtendo redução significativa dos custos de produção, principalmente da soja, onde a poupança em fertilizantes da síntese química está por volta dos 10,3 bilhões anualmente. A EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária propõe intensificar a investigação científica para fornecer bio-fertilizantes e se projeta para o ano 2020 para reduzir os níveis de fertilizantes químicos sintéticos. Conclui-se que este caminho poderia se dar início na Colômbia como uma possibilidade para o crescimento sustentável na agricultura, incluindo culturas contextualizadas no interesse da economia nacional.

Palavras-chave: ciclo do nitrogênio, diazotróficas, fixação biológica de nitrogênio, Biofertilização

Introducción

El proceso de fijación biológica de nitrógeno (FBN) es la principal forma de entrada del nitrógeno (N) en un ecosistema y es mediado por microorganismos diazotróficos simbióticos o de vida libre. En la naturaleza, los compuestos nitrogenados son clasificados como nitrógeno-no reactivo (N) y nitrógeno reactivo (Nr), el N no reactivo es el N_2 o nitrógeno atmosférico y el Nr es toda forma biológica, fotoquímica y radioactivamente activa de compuestos nitrogenados presentes en la atmósfera y biosfera, incluyendo las formas orgánicas reducidas (ej. Amonio [NH_3]), formas oxidadas inorgánicas (ej. óxido de nitrógeno [NO_x], ácido nítrico [HNO_3], óxido nitroso [N_2O], nitrato [NO_3^-] y nitrito [N_2O^-]), y compuestos orgánicos (ej. urea, aminas, proteínas y ácidos nucleídos) (Galloway *et al.*, 2008).

El N ocupa la cuarta posición como elemento más común en los tejidos vivos, posicionado después del oxígeno, del carbono y el hidrógeno. Es un componente esencial de las proteínas, ácidos nucleicos, clorofila y otras importantes moléculas orgánicas. Sin embargo el N_2 , que compone cerca del 78% de la atmósfera, no es asimilable por eucariotas (incluyendo las plantas, ni por la mayoría de procariontes (Vitousek *et al.*, 1997). Los procesos naturales de generación de Nr son limitados solo a descargas eléctricas y bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN) simbióticas o de vida libre. En consecuencia, entre otras actividades antropogénicas la excesiva adición de Nr a través de fertilizantes y sus efectos nocivos en el ambiente ha generado en los últimos años preocupación y la necesidad de limitar la perturbación del ciclo natural del N, por lo cual su gestión sostenible está atrayendo mayor atención de los científicos, ambientalistas, gobiernos, industria, así como cuerpos internacionales.

La acumulación de Nr puede ser limitada por la aplicación más racional y eficiente de fertilizantes nitrogenados en la agricultura (Abrol, Pandey, Raghuram & Ahmad, 2012) y buenas prácticas agrícolas que promuevan la FBN. Un ejemplo exitoso es el cultivo de soya en Brasil, el segundo productor mundial de este cultivo, donde la mayor parte del N es suministrado por FBN. Datos registrados por Oliveira,

Castro, Klepker & Oliveira (2010) indican que se obtiene un rendimiento promedio de 3244 kg ha⁻¹ de materia seca total a partir de 228 kg N ha⁻¹ de los cuales 194 provienen de FBN simbiótica. Otro cultivo de gran importancia en este país es el maíz, en el cual también existen reportes de economía en fertilización nitrogenada entre 30 y 50 kg N ha⁻¹ por FBN no simbiótica (Fancelli, 2010). Estos hallazgos y los de FBN en otras plantas son el resultado de ardua investigación científica.

La producción de biofertilizantes a partir de bacterias diazotróficas es la principal alternativa de uso de fertilizantes nitrogenados solubles, favoreciendo el crecimiento de las plantas debido al proceso de FBN en sí, así como por otros mecanismos de promoción de crecimiento vegetal, sin embargo, a pesar de que la simbiosis *Rhizobium*-leguminosas es eficiente en promover el crecimiento vegetal, la inoculación de bacterias diazotróficas en gramíneas ha mostrado diferentes resultados, debido principalmente a la baja eficiencia e incompatibilidad entre los actuales inoculantes bacterianos en plantas, no obstante, una posibilidad para mejorar la eficiencia de la FBN en gramíneas es la aplicación de bacterias epifitas, bacterias encontradas sobre la superficie de la parte aérea de la planta, con menos selectividad en relación a las bacterias endófitas (Cassetari, 2014).

En Colombia poco uso se hace de biofertilizantes nitrogenados, la urea es el fertilizante más utilizado por los agricultores (DANE, 2012); este fertilizante es costoso y su uso excesivo además de altos costos económicos impacta negativamente el ambiente, comprometiendo la sostenibilidad y sustentabilidad agrícola; por tanto se requiere adoptar medidas, básicamente en investigación científica, encaminadas hacia la producción de biofertilizantes nitrogenados y así contribuir significativamente en el crecimiento sostenible del agro colombiano.

Fertilización nitrogenada de síntesis química y efecto en costos de producción para los agricultores colombianos

N es el nutriente más importante en términos de consumo de fertilizantes, su deficiencia da lugar a graves pérdidas de rendimiento y bajo contenido

de proteínas en los cultivos (IFA 2007). Es un nutriente de poca eficiencia al momento de su aplicación y tiene varias posibilidades de pérdidas, como la volatilización y el arrastre por el agua. Los altos costos de fertilizantes nitrogenados, adicionalmente a los impactos ambientales deben alentar a los productores a evaluar críticamente su programa de manejo de N, incluyendo las fuentes y tasas de fertilización ya que las plantas difieren en sus requerimientos nutricionales y responden a la fertilización según las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Para el crecimiento óptimo de las plantas, los nutrientes deben estar disponibles en cantidades suficientes y equilibradas (Chen, Rekha, Arunshen, Lai & Young, 2006), este es un factor crítico en la agricultura colombiana ya que sólo el 40% de los productores realizan el análisis de suelos para optimizar el uso de las cantidades requeridas de estos productos (DANE, 2012). A esto se suma que la infertilidad del suelo, es el mayor limitante del rendimiento de cultivos en todo del mundo y especialmente entre los agricultores de escasos recursos de naciones en desarrollo, por tanto, es necesario un manejo integrado de fertilidad que abarque una estrategia para el aprovechamiento de nutrientes basada en conservación de los recursos naturales, FBN y aumento de la eficiencia de los insumos (Vlek & Vielhauer, 1994).

Para el caso puntual de Colombia, se ha evidenciado que aproximadamente el 80 % de los productores agrícolas hacen aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, de los cuales el más empleado es la urea; el uso se ha venido incrementando con el tiempo (DANE, 2012) y entre las razones de este incremento está la falta de consideración de las condiciones del suelo respecto a la presencia de N, generando aplicaciones indiscriminadas con consecuencias en el incremento de costos de producción y graves daños ambientales.

Costos ambientales asociados a la fertilización nitrogenada

La falta de N puede generar absorción reducida y uso ineficiente de otros nutrientes en la planta

(fósforo, potasio, azufre, etc.). Al no ser absorbidos por el cultivo, algunos de estos nutrientes pueden perderse del suelo por lixiviación o erosión y en consecuencia causar problemas de acidificación o eutrofización (Figura 1). La deposición ácida se debe principalmente a las emisiones antropogénicas de dióxido de azufre (SO₂), NO_x y NH₃, que dañan los ecosistemas sensibles al ácido en escala regional a continental; en particular, los bosques y lagos de agua dulce son sensibles a la acidificación. Por su parte, las emisiones de amoníaco que se depositan en los cuerpos de agua y lixiviados de NO₃ de los suelos agrícolas en las aguas superficiales son algunas de las principales fuentes antropogénicas de N que contribuyen a la eutrofización de los recursos acuáticos (IFA, 2007).

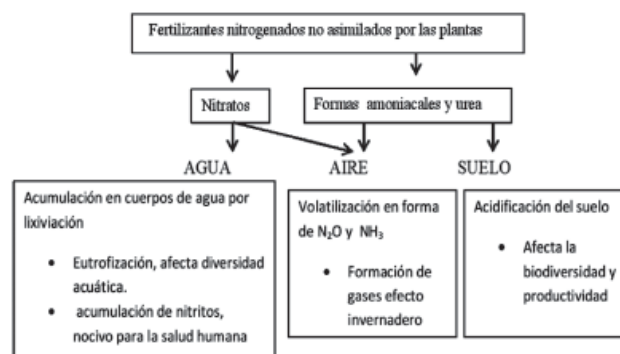


Figura 1. Principales efectos ambientales negativos a nivel de agua, aire y suelo causados por fertilizantes nitrogenados no asimilados por las plantas

Aunque es ampliamente aceptado que la aplicación de fertilizantes nitrogenados tiene decisiva contribución en tratar de igualar el ritmo de producción de alimentos con el crecimiento de la población humana en las últimas décadas, también existe un consenso de que esto ha sido a un alto costo ambiental que ya no es sostenible, por lo tanto, la FBN debe ser mejor aprovechada como una tecnología más sostenible al reducir efectos no deseados de la fertilización nitrogenada de síntesis química (Olivares, Bedmar & Sanjuan, 2013). La FBN se fundamenta en el proceso realizado por bacterias fijadoras diazotróficas, en el cual el N atmosférico pasa a ser asimilable a través de su reducción a forma amoniacal. Esta es una cualidad atribuida a la enzima nitrogenasa

(reacción representada en la ecuación (1), presente en un grupo selectivo de bacterias las cuales se han venido identificando a través de técnicas de aislamiento bacteriano basadas en métodos dependientes y no dependientes de cultivo en acompañamiento con otras técnicas que permiten evaluar la actividad de la enzima (Actividad de reducción de etileno-ARA y/o abundancia isotópica ^{15}N).



La biofertilización nitrogenada ha venido ganando importancia en el campo agrícola no solo por beneficios económicos en disminución de gastos en fertilización, sino también por los beneficios en el sostenimiento del recurso suelo a través del incremento de la actividad de la microbiota edáfica.

Biofertilización nitrogenada: una tendencia global

La interacción de bacterias diazotróficas con diversos cultivos ha sido tema de investigación a nivel mundial, debido al potencial biotecnológico evidenciado en el aumento de la productividad y posibilidad de reducción en costos de producción al disminuir el uso de abonos nitrogenados de síntesis química y consecuentemente mayor conservación de los recursos ambientales (Moreira, DA Silva, Nóbrega & Carvalho, 2010). Diversos relatos de los beneficios de bacterias diazotróficas abren la posibilidad del aprovechamiento de la FBN, para optimización de inóculos eficientes y específicos para diferentes cultivos.

Durante años se ha reconocido la mayor eficiencia en FBN por parte de bacterias simbióticas en convivencia con plantas leguminosas, sin embargo la FBN en plantas no leguminosas se ha tornado en un gran desafío para la actividad agrícola durante los últimos años, gracias a que han sido descubiertos nuevos géneros de bacterias asociadas a caña de azúcar (Dobereiner, 1992), destacándose: *Azospirillum* spp., *Herbaspirillum rubrisubalbicans*, *Gluconobacter diazotrophicus*, *Burkholderia*

silvatlantica, (Baldani *et al.*, 1986; Calvacante & Dobereiner, 1988; Baldani *et al.*, 1996; Reis *et al.*, 2000; Reis, Baldani, Baldani & Dobereiner, 2000; Oliveira, Urquiaga, Döbereiner & Baldani, 2002; Perin, Baldani & Reis, 2004). Existen relatos indicando que bacterias diazotróficas no simbióticas sustituyen 60% de las necesidades de N en caña de azúcar, aproximadamente 200 kg de N/ha (Urquiaga, Cruz & Boddey, 1992). También el inóculo de *Bacillus* spp. como biofertilizante mostró efectos sobre el crecimiento de plantas a través de la síntesis de hormonas promotoras de crecimiento en plantas (Amer & Utkhedha, 2000).

En el cultivo de arroz, las cianobacterias exhiben varias características útiles como inoculantes (Chingkhunba *et al.*, 2012). Por ejemplo en la India se han tenido grandes avances en tecnología basada en biofertilizantes conformados por cianobacterias y se ha demostrado que esta tecnología puede ser un medio poderoso para enriquecimiento en la fertilidad del suelo y mejorar el rendimiento en cultivo de arroz, actualmente ellos realizan rigurosos estudios de campo con la finalidad de desarrollar inóculos específicos a nivel regional (Upasana & Sunil, 2004).

Nuevas investigaciones han propuesto el uso de un polímero de alginato como soporte para la aplicación de inoculantes. Polímeros de alginato son sustancias biodegradables de bajo costo que promueven el encapsulamiento de células, liberándolas en el ambiente, después de la degradación del material y protegiéndolas contra estrés ambiental, favoreciendo la multiplicación y supervivencia de las células, cuando son aplicados al suelo (Bashan, Hernandez, Leyva & Bacilio, 2002). Un inóculo compuesto por una mezcla de estirpes de bacterias diazotróficas, carboximetilcelulose y almidón fue evaluado sobre la producción de caña de azúcar. Los tratamientos con inoculantes (mezcla de bacterias diazotróficas y polímeros) aumentaron la productividad de las variedades RB72454 y RB867515 después de 11 meses de inoculación, sin diferenciarse del control que recibió

fertilización con N mineral (Silva *et al.*, 2009), mostrándose como una técnica promisor. En un experimento llevado a cabo en casa de vegetación en plántulas de caña de azúcar, la inmovilización de células bacterianas en micro-esferas de alginato y posterior inoculación en el suelo, presentó incrementos significativos de masa seca en la parte aérea, raíces y concentración de N en fases tardías de desarrollo de la planta, cuando fue aplicado hasta el 50% de la fertilización nitrogenada recomendada para este cultivo (Cassetari, 2014).

La inoculación de bacterias diazotróficas no es un tema reciente, los biofertilizantes se introdujeron en el mercado en 1895 por Nobbe y Hiltner quienes multiplicaron en laboratorio un cultivo de bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium* y llamaron al biofertilizante Nitragin (Raghuwanshi, 2012). En la actualidad existe una gran cantidad de biofertilizantes nitrogenados, algunos de ellos de alto reconocimiento a nivel mundial (Tabla 1), esta es una adopción positiva que conlleva hacia una agricultura menos dependiente de insumos agrícolas y por lo tanto de menor polución.

Tabla 1. Biofertilizantes nitrogenados comercialmente disponibles, su manufactura y cultivos beneficiados por asociación microbiológica

Producto	Nombre de la empresa productora	Microorganismo usado	Cultivo beneficiado
Nitragin TM	Nitragin sales CorpN Wisconsin, 53209		
Rhizocote	Coated Seed Ltd, Nelson, New Zeland	<i>Rhizobium</i>	Soya
Nodosit	Uniob Chemiques S.A Belgium	<i>Rhizobium</i>	Leguminosas
Rhizonit	Phylaxia Allami Budapest, Hungary	<i>Rhizobium</i>	Leguminosas
Nitrazina	Wytworknia Walcz Poland	<i>Rhizobium</i>	Leguminosas
N-germ	Laboratoire de Microbiologie, France	<i>Azotobacter</i>	Cereales y vegetales
Tropical inoculants	Tropical inoculants	BGA	Arroz
Nodulaid	Brisbane, Queensland Agricultural Lab.	<i>Azotobacter</i>	Arroz y trigo
Azotobacterin	New South Wales, UK	<i>Rhizobium</i>	Leguminosas
Nodion	Tashkent laboratories Moscow	<i>Azotobacter</i>	Vegetales y cereales
Azoteeka	Indian Organic Chems. Ltd. Mahew Mahal, Bombay	<i>Rhizobium</i>	Leguminosas
Agro-teeka	Bacifit, 25 Nawal Kishore Rd. Lucknow	<i>Azotobacter</i>	Trigo, arroz, maíz, té
Rhizoteeka	National Fertilizers and Chemicals 11, ind area-II, Ramdabar, Chandigarh	<i>Azotobacter</i>	Caña de Azúcar, papa
Nitrogeron		<i>Rhizobium</i>	Leguminosas
	Microbes India 87.Lenin Savabe, Calcuta	<i>Rhizobium</i>	Leguminosas
	Root nodne Pvt. Ltd. Australia		

Fuente: (Bhattacharjee & Dey, 2014)

Expectativas de biofertilización nitrogenada en Colombia

Más del 60% de los fertilizantes utilizados en el mundo corresponde a productos nitrogenados, siendo la urea el de mayor demanda. En concor-

dancia con la tendencia de precios en el 2014 este agroquímico disminuyó 13% a nivel mundial, sin embargo en Colombia la disminución no fue relevante alcanzando sólo un 5%. Adicionalmente, la Sociedad de Agricultores de Colombia-SAC reportó un incremento en el precio del bulto,

elevando costos de producción, los cuales por cuenta de insumos agrícolas oscilan entre 30% y 50%. Esta situación genera limitación de competitividad y adicionalmente influye en el incremento de la pobreza, la cual se concentra desproporcionadamente en el sector rural abarcando el 64% del 45% del total de la pobreza nacional. Por su parte, países como Brasil, Perú y Chile en la última década han participado del dinamismo del comercio mundial de productos agrícolas por el marcado crecimiento de su producción y exportaciones agrícolas (Figura 2A y 2B) aumentado por encima de las exportaciones mundiales. Países como Colombia y México han crecido por debajo del promedio. Dentro de ese mismo grupo de países el desempeño de la producción agrícola muestra un panorama aún más desalentador para Colombia, ubicada por debajo del promedio mundial, e incluso por debajo de México, aclarando que este último país sostiene su producción agrícola en mayor medida a través del mercado doméstico. (Gómez *et al.*, 2011).

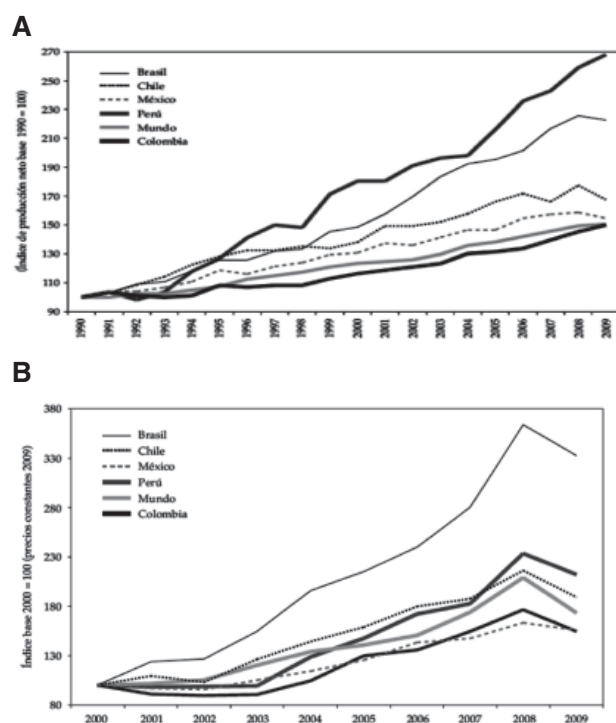


Figura 2. Índices de producción (A) y exportación (B) agrícola mundial y algunos países latinoamericanos entre 1990 y 2009. Adaptado de Gómez *et al.* (2011)- FEDESARROLLO - datos de la FAO.

Es de resaltar el crecimiento de Brasil tanto en producción como en exportaciones, reflejando un crecimiento económico que al igual que otros países desarrollados se fundamenta en alta inversión en ciencia y tecnología, enfatizando en educación de alta calidad lo cual asegura la cualificación de mano de obra necesaria para el sustento de su desarrollo. De acuerdo al BID (2010), Brasil es el país que más invierte en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina; situación diferente se vive en Colombia, donde Ciencia, Tecnología e Innovación han ocupado por varios años el último lugar de la inversión pública destinada a la agricultura (Gómez *et al.*, 2011). Por su parte en Brasil, gracias a la fuerte inversión en este campo, hoy en día sus empresas biotecnológicas cuentan con profesionales altamente calificados (40% con doctorado y 20% con maestría) (Pessoa, 2014).

La producción de biofertilizantes hace parte de la inversión biotecnológica brasilera, siendo los biofertilizantes nitrogenados para cultivo de soja de gran importancia por el significativo beneficio económico; el ahorro en fertilizantes nitrogenados de síntesis química es del orden de 10.3 billones de dólares anuales (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria-EMBRAPA, 2014). La proyección de EMBRAPA es intensificar la investigación científica para lograr en el año 2020 ofertar inoculantes y prácticas de manejo que favorezcan la FBN y reducir parcial o totalmente los niveles de fertilizantes de síntesis química aplicados en cultivos de leguminosas, gramíneas y otras especies de interés.

Este proceso biológico que contribuirá a una agricultura inserta en contexto de economía verde, con elevados niveles de productividad, bajos costos y bajos impactos ambientales, es un ejemplo a seguir y podría visualizarse como una posibilidad para el crecimiento del agro colombiano contextualizado en los cultivos agrícolas de interés para la economía nacional (Tabla 2).

Tabla 2. Cultivos de importancia en la agricultura colombiana y bacterias diazotróficas asociadas

Cultivos ¹	Géneros o especies de bacterias diazotróficas ²
Arroz	<i>Azospirillum brasiliense</i> , <i>Azospirillum amazonense</i> , <i>A. irakense</i> , <i>A. oryzae</i> , <i>A. zeae</i> , <i>Alcaligenes faecalis</i> , <i>Bacillus. cereus</i> <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Burkholderia vietnamiensis</i> , <i>Burkholderia. kururiensis</i> , <i>Enterobacter spp.</i> , <i>Herbaspirillum seropedicae</i> , <i>Klebsiella. oxytoca</i>
Banano	<i>Burkholderia tropica</i> , <i>B. brasiliensis</i> , <i>H seropedicae</i>
Cebada	<i>A. brasiliense</i>
Café	<i>A. amazonense</i> , <i>Enterobacter spp.</i> , <i>johanna</i> , <i>Gluconobacter azotocaptans</i>
Caña Azúcar	<i>Azospirillum lipoferum</i> , <i>A. amazonense</i> , <i>Beijerinckia fluminensis</i> , <i>Beijerinckia spp.</i> , <i>Beijerinckia. kururiensis</i> , <i>B. tropica</i> , <i>B. silvatlantica</i> , <i>Gluconacetobacter</i> , <i>H. seropedicae</i> ,
Coco	<i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Enterobacter spp.</i> <i>Sphingomonas paucimobilis</i> , <i>Pseudomonas spp</i>
Frijol	<i>Rhizobium</i>
Maíz	<i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>A. brasiliense</i> , <i>A. amazonense</i> , <i>A. canadense</i> , <i>Paenibacillus brasilensis</i> , <i>B. fluminensis</i> , <i>B. tropica</i> , <i>B. silvatlantica</i> , <i>H. seropedicae</i>
Sorgo	<i>A. amazonense</i> , <i>H. seropedicae</i>
Soya	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>
Trigo	<i>A. brasiliense</i> , <i>Bacillus spp.</i> , <i>Enterobacter spp.</i>
Yuca	<i>B. kururiensis</i>

¹ Fuente: Sociedad de Agricultores de Colombia-SAC (2013)

² Adaptado de Moreira *et al.* (2010)

Conclusiones

La biofertilización nitrogenada es una práctica agrícola eficaz y eficiente comprobada en países de alta producción agrícola y de clima tropical, por tanto Colombia podría adoptar esta práctica como una herramienta de agricultura sustentable.

Aumentar la inversión en ciencia y tecnología enfocada a la producción de biofertilizantes

nitrogenados abre la posibilidad de disminuir costos en la producción agrícola colombiana, debido a la búsqueda de tecnologías que logren, a partir de consorcios microbianos, una producción agrícola sustentable, con la posibilidad de reducir el uso de la fertilización química nitrogenada.

Literatura citada

- Amer G.A. & Utkheda, R.S. (2000). Development of formulation of biological agents for management of root rot of lettuce and cucumber. *Can. J. Microbiol.* 46: 809–816.
- Abrol, Y.P., Pandey, R., Raghuram, N. & Ahmad, A. (2012). Nitrogen cycle sustainability and sustainable technologies for nitrogen fertilizer and energy management. *J. Ind. Instt. Sci.* 92 (1): 17-36.
- Baldani, V.L.D., Alvarez, M.A., Baldani, J.I. & Döbereiner, J. (1986). Establishment of inoculated *Azospirillum* spp. in the rhizosphere and in roots of field grown wheat and sorghum. *Pl Soil* (90): 35-46.
- Baldani, J.I., Pot, B., Kirchof, G., Falsen, E., Baldani, V.L.D., Olivares, F.L., Hoste, B., Kersters, K., Harfmann, A., Gillis, M. & DSbereiner, J. (1996). Emended description of *Herbaspirillum*; inclusion of (*Pseudomonas*) *rubrisubalbicans*, a mild plant pathogen, as *Herbaspirillum rubrisubalbicans* comb. nov.; and classification of a group of clinical isolates (EF group 1) as *Herbaspirillum* species 3. *International Journal of Systematic Bacteriology* (46): 802-10.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO BID (2010): La necesidad de innovar. El camino hacia el progreso de América Latina y el Caribe, BID, Washington D.C.
- Bashan, Y., Hernandez, J., Leyva, L.A. & Bacilio, M. (2002). Alginate microbeads as inoculant carriers for plant growth-promoting bacteria. *Biology and Fertility of Soils*, 35(5), 359–368.
- Bhattacharjee, R. & Dey, U. (2014). Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review. *African Journal of Microbiology Research*, 8(24): 2332-2343.
- Cassetari, A. (2014). Fixação biológica de nitrogênio em cana-de-açúcar inoculada com bactérias diazotróficas. Doctorado en Suelos y nutrición de plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Piracicaba, SP, Brasil.
- Cavalcante, V.A. & Döbereiner, J. (1988). A new acid-tolerant nitrogen-fixing bacterium associated with sugar-cane. *Plant and Soil* (108): 23-31.
- Chen Y.P., Rekha P.D., Arunshen A.B., Lai W.A. & Young, C.C. (2006). Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tri-calcium phosphate solubilizing abilities. *Appl. Soil Ecol.* (34): 33-41.
- Chingkheihunba, Singh, Arvind, Rai & Amar. (2012). Characterization of free-living cyanobacterial strains and their competence to colonize rice roots. *Biology & Fertility of Soils*. 48 (6): 679. DOI: 10.1007/s00374-012-0664-7.
- DANE (2012). Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria, Importancia de los fertilizantes nitrogenados, Septiembre. Núm. 3.
- Döbereiner J. (1992) History and new perspectives of diazotrophs in association with non-leguminous plants. *Symbiosis* 13, 1–13.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. (2014, Febrero 3). Noticias- recursos naturais. Bactérias aumentam produtividade do milho e reduzem adubos químicos. Recuperado de: www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-produtividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos
- Fancelli, L. (2010). Boas Práticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura de milho. *Informações Agrorquímicas. International Plant Institute.* (131), 1-16.
- Galloway, J., Townsend, A., Erisman, J.W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J.R., Martinelli, L.A., Seitzinger, S.P. & Sutton, S. (2008). Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions. *Science*, Washington, v. 320, p. 889-892.
- Gómez, J.H., Restrepo, J.C., Nash J., Valdes, A., Reina, M., Zuluaga, S., Bermudéz, W., Oviedo, S. & Perfetti, J.J. (2011). La política comercial del Sector Agrícola en Colombia. Cuaderno 38. FEDESARROLLO, 133 p.
- International Fertilizer Industry Association-IFA. (2007). Sustainable Management of the Nitrogen Cycle in Agriculture and Mitigation of Reactive Nitrogen Side Effects First edition
- Moreira, F.M.; DA Silva, K.; Nóbrega, R.S.; & Carvalho, F. (2010). Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. *Comunicata Scientiae, Piuai*, 1 (2), p. 74-99.
- Olivares J, Bedmar E. J. & Sanjuán, J. (2013). Biological Nitrogen Fixation in the Context of Global Change. *Molecular Plant Microbiology* 26 (5): 486–494.
- Oliveira A., Urquiaga S., Döbereiner J. & Baldani J. (2002). The effect of inoculating endophytic N₂-fixing bacteria on micropropagated sugarcane plants. *Pl Soil* (242): 205-215.
- Oliveira Jr., A., Castro, C., Klepker, D. & Oliveira, F.A. (2010). In: L.I. Prochnow, V. Casarin, S.R. Stipp (eds.). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: culturas. IPNI – Brasil (v.3): 1-18.
- Perin, L., Baldani, J.I. & Reis, V.M. (2004). Diversity of *Gluconacetobacter diazotrophicus* isolated from sugarcane plants cultivated in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (39): 763–770.
- Pessoa Junior, A. (2014). A Biotecnologia no Brasil. Memórias XII Congresso Latinoamericano de Microbiología-ALAM 2014, 4 Congreso Colombiano de Microbiología-4CCM 2014, Clínica- Bioanálisis-Industrial-Ambiental. *Hechos microbiológicos.* 1(2), p.20. Recuperado de: www.udea.edu.co/.../Vol-5_No2_Supl-2_2014_CONGRESO_ALAM.pdf
- Reis, Jr, F.B. dos, Reis, V.M., Urquiaga, S. & Döbereiner, J. (2000). Influence of nitrogen fertilisation on the population of diazotrophic bacteria *Herbaspirillum* spp. and *Acetobacter diazotrophicus* in sugar cane (*Saccharum* spp.). *Plant and Soil* (219): 153–159.

26. Raghuwanshi. R. (2012), Opportunities and challenges to sustainable agriculture in India, *NEBIO*, 3 (2): 78-86.
27. Reis, V.M., Baldani, J.I., Baldani, V.L.D. & Do"beregner, J. (2000). Biological dinitrogen fixation in Gramineae and palm trees. *Critical Reviews in Plant Sciences* (19): 227–247.
28. Silva, M.F., Oliveira, P.J., Xavier, G.R., Rumjanek, N.G. & Reis, V.M. (2009). Inoculantes formulados com polímeros e bactérias endofíticas para a cultura da cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(11): 1437–1443.
29. Sociedad de Agricultores de Colombia-SAC. (2013). Estudios Económicos, estadísticas. Producción de las principales actividades agrícolas y pecuarias. Producción agrícola. Recuperado de: <http://www.sac.org.co/es/estudios-economicos/estadisticas.html>
30. Upasana, M. & Sunil, P. (2004) Cyanobacteria: a potential biofertilizer for rice. *Resonance*, 9(6): 6–10.
31. Urquiaga, S., Cruz, K.H. & Boddey, R.M.. (1992). Contribution of nitrogen fixation to sugarcane: nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. *Soil Science Society of America Journal* (56): 105–114.
32. Vitousek, P.M.; Aber, J.D., Howarth, R.W. Likens, G.E., Matson, P.A., Schindler, D.W., Schlesinger, W.H. & Tilman, D.G. (1997) Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Application, Boulder*, (v. 7): p. 737–750
33. Vlek P.L.G. & Vielhauer K. (1994). Nutrient management strategies in stressed environments. In: *Stressed ecosystems and sustainable agriculture*. Virmani SM, Katyal JC, Eswaran H, Abrol IP (Eds.). Oxford and IBH-Publishing Co., New Delhi, India.

Características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un yogur adicionado con concentrado de carambolo (*Averroha carambola*)

Physicochemical, sensorial and rheological characteristics of a yogurt carambolo concentrated added (*Averroha carambola*)

Características físico-químicas, sensoriais e rheologicas de um iogurte com adição de concentrado de Carambolo (Averroha carambola)

Ricardo Adolfo Parra Huertas¹, Aura Riveros Niño² & Jennifer Ayala García³

¹Químico de alimentos, Magister en ciencia de los alimentos. ²Químico de Alimentos. Especialista en Ingeniería de Producción y Operaciones.

^{1,2,3}Escuela de Ciencias Químicas. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

¹ricardo.parra@uptc.edu.co, ²auramarriveros@gmail.com, ³jennifer_ag21@hotmail.com

Resumen

Hoy en día el consumidor busca alternativas naturales para alimentación que proporcionen beneficios para la salud a través de la innovación de productos como la adición de componentes y/o remplazo de sustituyentes; tal es el caso del carambolo y la stevia los cuales tienen efectos benéficos en la salud cuando son consumidos regularmente. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de carambolo en diferentes concentraciones a un yogur. Se elaboró yogur teniendo en cuenta tres tratamientos, al primero no se añadió carambolo, el segundo tratamiento se adicionó 20% de carambolo y el tercer tratamiento se adicionó 45% de carambolo, a cada tratamiento se adicionó 0,6% de stevia. Se incubó a 45°C; a cada uno de los tratamientos se determinó pH, sinéresis, evaluación sensorial y reológica. Se realizó un análisis estadístico aplicando ANOVA. Se encontró

que la adición de carambolo en dos concentraciones en el yogur tuvo un efecto en la reducción de valores de sinéresis en comparación con yogur sin carambolo. Para el pH, los tres tratamientos tuvieron un comportamiento esperado para un yogur. En la evaluación sensorial el yogur con carambolo en menor concentración tuvo mejor aceptabilidad entre los panelistas. Reológicamente las muestras de yogur presentaron un comportamiento no newtoniano evidenciándose un mayor esfuerzo de cizalla para los muestras de yogur. Se concluye que la utilización de carambolo a bajas concentraciones y adicionándose stevia como endulzante tuvo resultados aceptables.

Palabras clave: yogur, carambolo, stevia, concentraciones, evaluaciones.

Abstract

Nowadays the consumer looks for natural alternatives for purchasing that provide benefits for the health through the innovation of products like the addition of components and/or the replacement of substitutes; that is the case of carambolo and stevia which have beneficial effects to health when they are consumed regularly. In view of the above the objective of this research was to evaluate the effect of a carambolo addition with different concentrations into a yogurt. A yogurt was made having into account three treatments, to the first one no carambolo was added, to the second treatment the 20% of carambolo was added and to the third treatment a 45% of carambolo was added, a 0,6% of stevia was added to every single treatment. It was incubated at 45°C; the pH, syneresis, sensorial and rheological evaluation were determined to every single treatment. A statistical applied analysis ANOVA was made. It was found that the carambolo addition in to concentrations with yogurt had an effect into the reduction of syneresis values in comparison with the carambolo-free yogurt. For the pH, the three treatments had an expected performance for a yogurt. In the sensorial evaluation the yogurt with less concentration of carambolo had a better acceptability among the panelists. Rheologically the samples of yogurt showed a non-Newtonian performance demonstrating a higher shear stress for the yogurt samples. It was concluded that the carambolo used in lower concentrations and adding stevia as sweetener had acceptable results.

Key-words: yogurt, carambolo, stevia, concentrations, evaluations

Resumo

Hoje os consumidores estão procurando alternativas naturais para consumo proporcionando benefícios para a saúde através da inovação de produtos como a adição de componentes e / ou substituição de substituintes; tal é o caso do carambolo e stévia que têm efeitos benéficos sobre a saúde quando consumido regularmente. Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da adição de diferentes concentrações de carambolo em um iogurte. O iogurte foi desenvolvido com base em três tratamentos, no primeiro o carambolo não foi adicionado, o segundo tratamento de 20% da carambolo e terceiro tratamento 45% de carambolo. Adicionados a cada tratamento 0,6% de stevia. Incubou-se a 45 ° C; para cada um dos tratamentos foi medido o pH, sinérese, avaliação sensorial e reológico foi determinado. A análise estatística foi realizada utilizando ANOVA. Verificou-se que a adição de duas concentrações de carambolo no iogurte teve um efeito na redução da sinérese quando comparado com o iogurte sem carambolo. Para pH, os três tratamentos tinham um comportamento esperado para um iogurte. Na avaliação sensorial lo iogurte com carambolo em concentrações mais baixas teve melhor aceitação entre os palestrantes. Reologicamente as amostras de iogurte apresentaram um comportamento não-newtoniano se-evidenciando maior esforço de cisalha para amostras de iogurte. Conclui-se que o uso de carambolo em baixas concentrações e sendo adicionado como um adoçante de stévia apresentaram resultados aceitáveis.

Palavras-chave: iogurte, carambolo, stévia, concentrações, avaliação.

Introducción

El carambolo *Averrhoa carambola* L. (*Oxalidaceae*), conocida como la fruta de estrella o carambolo, es nativo de las regiones tropicales y subtropicales de Asia, más específicamente de la India o Indonesia (Tello, García & Vázquez, 2002). Es una fruta exótica

y con buenas características organolépticas (sabor, aroma, color), esta fruta en estado fresco tiene un sabor ácido que dificulta su consumo en forma directa, sin embargo se comporta muy bien procesada bajo diversas modalidades (Salazar & Guevara, 2002).

La pulpa del carambolo es jugosa, de fragancia agradable, con sabor ligeramente sub-ácido. Con el jugo se puede preparar una bebida refrescante y a partir de los frutos se pueden procesar mermeladas, jaleas y fruto cocido (Tello, García & Vázquez, 2002).

La *Averrhoa carambola* se ha utilizado como aperitivo, diurético, antiemético, antidiarreico, antifebril y para el tratamiento de eccemas, antioxidante e hipoglucémico (Yang, Xie, Yang & Wei, 2014).

La stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es un arbusto perenne perteneciente a la familia *Asteraceae* que crece en áreas tropicales y subtropicales de América del sur, sus hojas se han utilizado tradicionalmente como un edulcorante natural, durante cientos de años (Barba, Criado, Belda, Esteve & Rodrigo, 2014). Los esteviósidos de la stevia se han aplicado como sustitutos de la sacarosa para el tratamiento de la diabetes mellitus, la obesidad, la hipertensión y prevención de la caries; la stevia también puede ofrecer beneficios terapéuticos, ya que tiene efectos anti-hiperglucémicos, antihipertensivos, anti-inflamatorios, anti-tumor, anti-diarreicos, diurético, y efectos inmunomoduladores (Lemus, Vega, Zura & Ah, 2012). Estudios toxicológicos han demostrado que el esteviósido no tiene efectos mutagénicos, teratogénicos o efectos carcinogénicos. De igual manera, las reacciones alérgicas no se han observado cuando se utiliza como edulcorante (Lemus *et al.*, 2012).

En la actualidad el uso potencial de la stevia como edulcorante se ha aplicado a un número de alimentos procesados, tales como jugos de fruta, galletas y panes como un azúcar sustituto porque contiene glucósidos de steviol de 100 a 300 veces más endulzante que la sacarosa (Barba *et al.*, 2014).

El yogur es un alimento con alto valor nutricional y con una amplia difusión en su consumo a nivel mundial. Debido a esto, en los últimos años se han buscado alternativas para mejorar características de este producto buscando la incorporación

de sustancias promotoras de la salud (Parra, Martínez & Espinoza, 2011).

Según Parra (2013) la popularidad del yogur se deriva de características como el sabor agradable y consistencia cremosa espesa, esta reputación como alimento ha estado asociada con la buena salud. Al respecto y debido al aumento en la población mundial, es importante la prevención y tratamiento de enfermedades y maximizar la calidad de vida. Se ha observado *in vitro* e *in vivo* que los productos lácteos fermentados con BAL tiene propiedades funcionales porque ayudan a incrementar la habilidad del cuerpo para resistir la invasión de patógenos y mantener bien la salud del huésped, estos y otros beneficios del consumo del yogur se pueden observar en la Figura 1. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de carambolo y stevia en diferentes concentraciones en un yogur.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en los laboratorios de alimentos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, ubicada en la ciudad de Tunja a 2820 msnm. Geográficamente se localiza entre las coordenadas 5° 33' 27.67 de latitud norte y 73° 21' 52.43 de longitud oeste. El clima predominante es frío con una temperatura media anual entre 12-16°C. La humedad relativa anual es de 75-80% (Instituto Agustín Codazzi, 2014).

Las materias primas utilizadas en la elaboración de yogur fueron: carambolo proveniente de la zona del departamento de Boyacá (Colombia) y comercializados en la plaza de mercado de la ciudad de Tunja. Se tomó una cantidad representativa de frutos teniendo precaución con la sanidad, calidad y estado de madurez de grado comercial. La leche utilizada fue líquida entera ultrapasteurizada. La leche en polvo fue entera. El cultivo iniciador liofilizado conteniendo los microorganismos *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

y *Streptococcus thermophilus* marca vivolac DRI SET FAS 994®, la stevia se adquirió en polvo en un centro de insumos para alimentos. Además de lo anterior se utilizó hipoclorito de sodio disponible en el mercado.

Para la elaboración del concentrado, el carambolo se lavó con abundante agua eliminándose restos

de tierra y materia orgánica adheridos. Posteriormente se sumergió en una solución de 200 ppm de hipoclorito de sodio, durante 5 minutos para reducir la carga microbiana; a continuación se retiraron las puntas, se cortó en pedazos pequeños y se licuó con leche (la proporción fue 5:1 de carambolo y leche respectivamente), posteriormente se concentró hasta 30 °Brix en un recipiente de acero inoxidable.

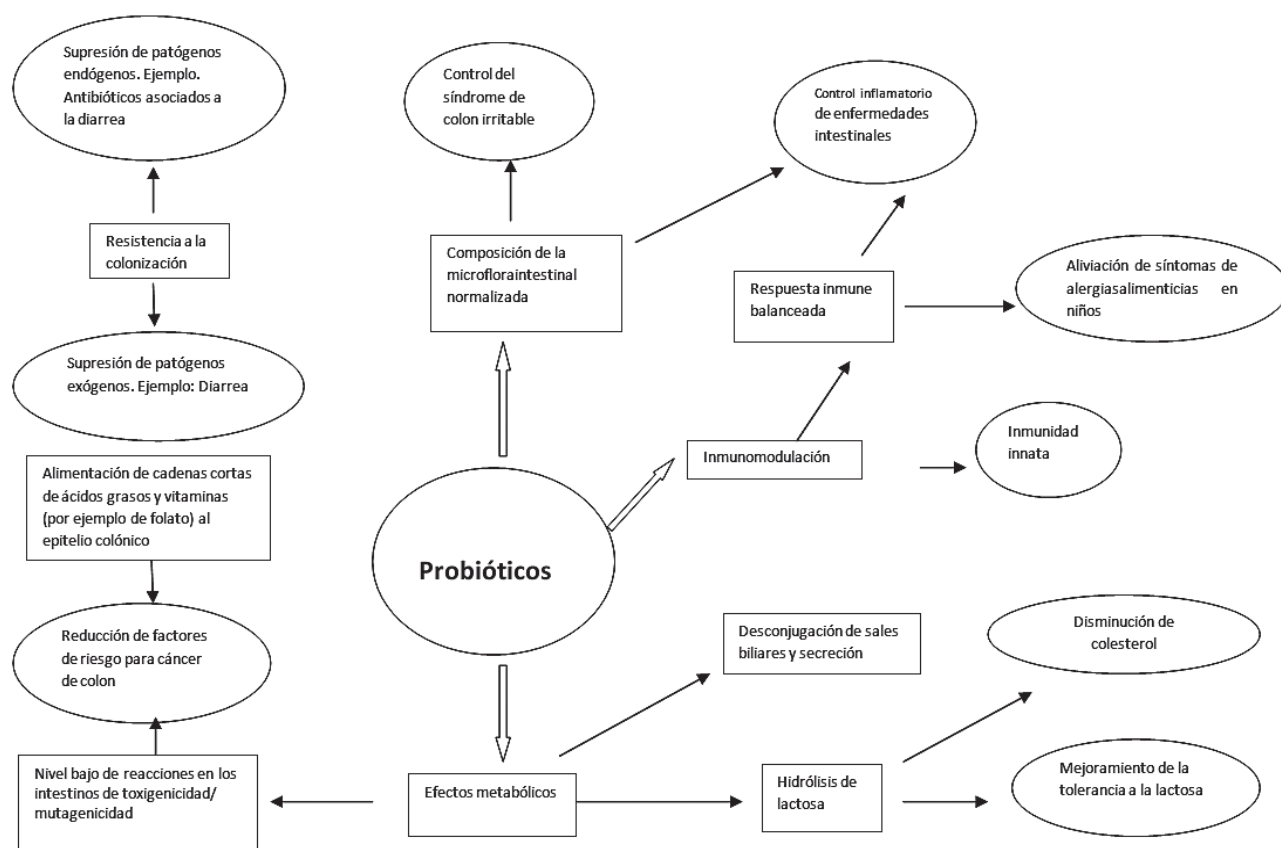


Figura 1. Beneficios en la salud humana del consumo de yogur (Parra, 2012).

Elaboración de yogur

Para la elaboración de yogur se tuvo en cuenta la metodología sugerida por Parra (2013) con algunas modificaciones, en la Figura 2 se detalla el proceso que se llevó a cabo.

A cada uno de los 3 tratamientos se les realizaron los siguientes análisis:

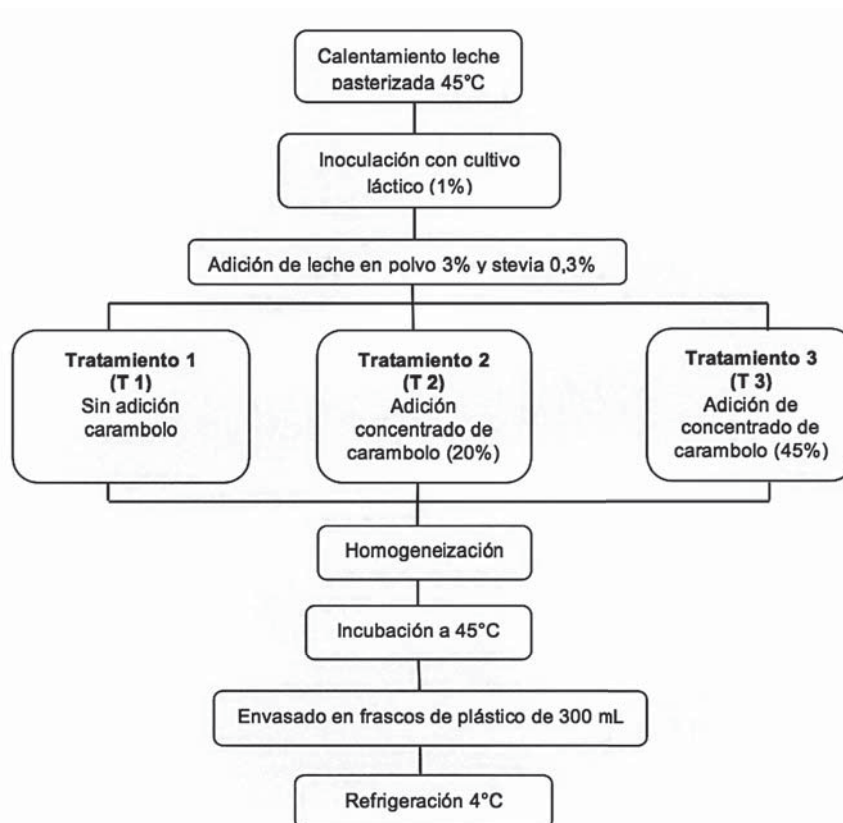


Figura 2. Elaboración de yogur (Parra, 2013).

- pH, se utilizó un pH-metro previamente calibrado teniendo en cuenta el método de la A.O.A.C. 31.231/84 adaptado. Se determinó diariamente hasta finalizar el experimento.
- Sinéresis, para esta determinación se utilizó una centrífuga marca Rotina, se pesaron 20 gramos de cada una de las muestras de yogur y se sometieron a centrifugación por un tiempo de 20 minutos a una velocidad de 4000 rpm. Luego de la centrifugación se obtuvo el sobrenadante (lactosuero) y se calculó el grado de sinéresis mediante la relación entre el volumen del sobrenadante y el volumen de la muestra (Charoenrein, Tatirat & Muadklay, 2008). El porcentaje de sinéresis fue determinado en los días 1,3, 5 y 7 bajo condiciones de refrigeración.
- Evaluación de viscosidad, se empleó la metodología recomendada por Andrade, Arteaga & Simanca, (2010) con algunas modificaciones. Para el parámetro reológico del yogur con carambolo y sin él, se determinaron utilizando un viscosímetro Brookfield modelo DV-II+Pro, colocando la muestra en un adaptador con cilindros concéntricos, utilizando el spindle 21. Se varió el gradiente de cizalladura y determinando el esfuerzo cortante, las medidas se hicieron en forma ascendente hasta el gradiente más alto (186 s⁻¹) donde se

mantuvo por 5 minutos y después se disminuyó continuamente hasta el valor inicial. Los datos experimentales se ajustaron al modelo de Ostwald de Waele (ley de potencia).

- Para la evaluación sensorial se seleccionó un grupo de 30 panelistas no entrenados, empleándose una prueba hedónica de 1 a 5. La escala de intervalo empleada para dicha evaluación fue: 1: me disgusta muchísimo; 2: me disgusta moderadamente; 3: no me gusta ni me disgusta; 4: me gusta moderadamente; 5: me gusta muchísimo (Andalzúa, 2005), esta evaluación se realizó al final del almacenamiento.

Análisis estadístico

El análisis estadístico para las muestras de yogur se realizó mediante análisis de varianza ANOVA. Se

utilizó un diseño completamente aleatorizado, en el cual se aplicó un análisis de varianza, para establecer si existían diferencias significativas entre sinéresis, pH, evaluación sensorial y viscosidad; se consideró $Pr < 0,05$ como estadísticamente significativo.

Resultados

A continuación se hace referencia a los valores de sinéresis observados en la Figura 3 y en la Tabla 1 se presenta el análisis estadístico para la sinéresis. En la Figura 3 se describe el comportamiento de la sinéresis para los tres tratamientos; el yogur con carambolo (en sus dos tratamientos) tuvo un efecto en la reducción de la sinéresis durante el almacenamiento con valores finales de 20%, para el yogur que no contenía carambolo la sinéresis final fue 33%.

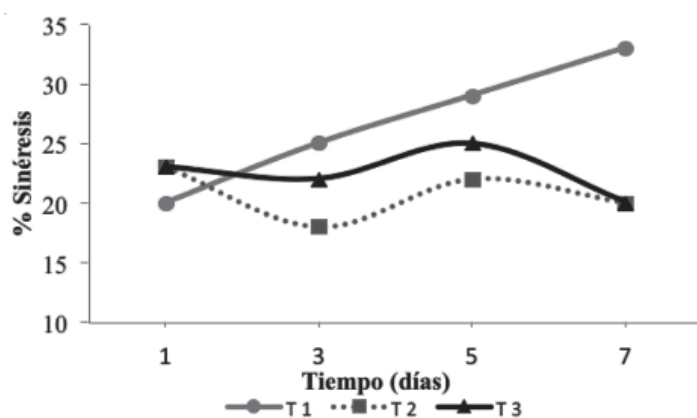


Figura 3. Comportamiento de la sinéresis de yogur sin carambolo y yogur con diferentes concentraciones de carambolo.

Tabla 1. Análisis de varianza para sinéresis

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	F	Probabilidad
Entre grupos	76,166667	2	2,84439834	0,11031976
Dentro de los grupos	120,5	9		
TOTAL	196,666667	11		

Para la sinéresis se observa que el valor de P es mayor a 0,05, así que se rechaza la hipótesis nula, los tratamientos con carambolo y sin carambolo no tuvieron efecto en el comportamiento de sinéresis. La Figura 4 hace referencia a los valores presentados de pH y en la Tabla 2 se observa el

análisis estadístico para el pH. El promedio final para muestras que contenían carambolo fue 3,9 y para las muestras de yogur sin carambolo 3,6, se observa además que al final del experimento, el pH fue muy cercano para los dos tratamientos que contenían concentrado de carambolo.

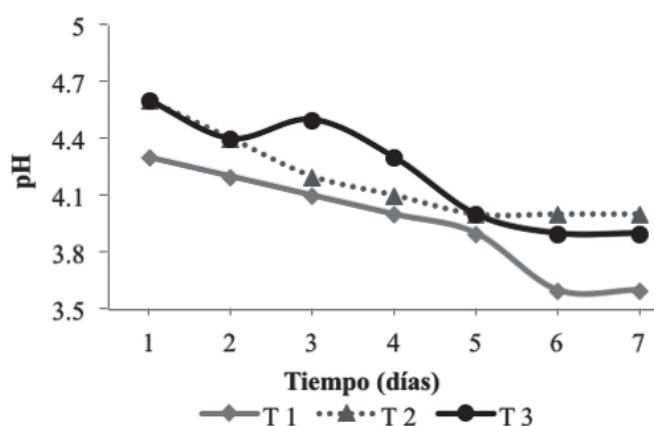


Figura 4. Comportamiento de pH en yogur sin adición de carambolo y yogur con adición de carambolo a diferentes concentraciones.

Tabla 2. Análisis de varianza para el pH

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	F	Probabilidad
Entre grupos	1,19809524	6	6,98888889	0,00135312
Dentro de los grupos	0,4	14		
TOTAL	1,59809524	20		

Para el pH se observa que el valor de P es menor a 0,05 se acepta la hipótesis nula, así que los 3 tratamientos con carambolo y sin carambolo tienen un efecto significativo en el comportamiento

de pH durante el almacenamiento de yogur.

La Tabla 3 indica la evaluación sensorial de los tres tratamientos.

Tabla 3. Evaluación sensorial de yogur con carambolo y yogur control

	Consistencia	Color	Aroma	Sabor	Aceptación global
T1	4,45	4	4,2	4,4	4,3
T2	4,3	3,7	4,1	3,6	4
T3	3,4	4	3,6	3,4	3,8

La evaluación reológica de los tres tratamientos se observa en la Figura 5, se detalla en ésta que los tres tratamientos tuvieron comportamiento no newtoniano tixotrópico, los tratamientos que contenían carambolo (mayor contenido de sólidos)

requirieron mayor esfuerzo de cizalla que el yogur que no contenía carambolo, lo anterior es explicado por el menor contenido de sólidos tal y como lo señala Enríquez, Sánchez & Castro (2012).

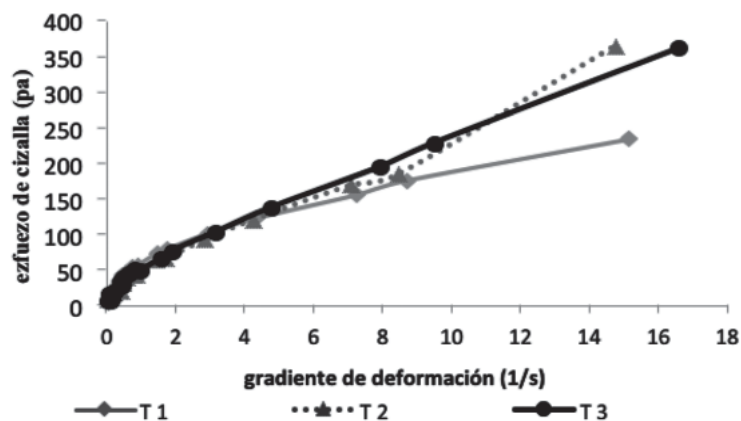


Figura 5. Reograma para las tres muestras de yogur.

Tabla 4. Análisis de varianza para el análisis reológico

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	F	Probabilidad
Entre grupos	342470,374	17	52,0334716	3,0201E-20
Dentro de los grupos	13937,7858	36		
TOTAL	356408,16	53		

Comportamiento reológico

Para el análisis reológico se observa que como el valor de *P* es menor a 0,05 se acepta la hipótesis nula, entonces los diferentes tratamientos con carambolo y sin carambolo tienen un efecto significativo en el comportamiento reológico de yogur.

Discusión

La sinéresis presentada para los tres tratamientos puede ser explicada por la disminución en el pH durante el almacenamiento lo cual puede tener efecto de contracción en la matriz de la micela de

caseína causando más eliminación de lactosuero. El comportamiento de los tratamientos que contenían concentrado de carambolo y en los cuales los valores de sinéresis fueron menores en comparación a la muestra de yogur que no contenía carambolo es explicado por Achanta, Kamalesh, Aryana, Kayanush & Boeneke, (2007); Peng, Serra, Hime & Lucey (2009) mencionan al respecto que el contenido de sólidos en un yogur ayuda a prevenir la separación de lactosuero. Los valores de sinéresis para el tratamiento que no contenía carambolo es decir el tratamiento 1 presentaron un aumento durante el almacenamiento debido a la pérdida de estabilidad y retención de agua de los componentes de yogur (Díaz, Sosa & Vélez, 2004).

El análisis estadístico indicó que no existen diferencias significativas para los diferentes tratamientos.

Díaz, *et al.* (2004) reportaron en el almacenamiento de yogur valores para sinéresis entre 45-65% para un yogur (sin fibra, elaborado con leche entera y sacarosa), los valores para yogur con carambolo y sin él, están por debajo de 45-65%.

El comportamiento del pH (Figura 4) pudo atribuirse a que durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración, ocurrió una actividad microbiana por parte de las bacterias ácido lácticas presentes en el yogur tal y como lo señala Lubbers, Secourcelle, Vallet & Guichard (2004) en yogur almacenados durante más de 20 días bajo refrigeración, otros estudios realizados por Sahan, Yasarb & Hayaloglu, (2008); Ruiz & Ramírez (2009) y Olson & Aryana (2008) utilizando *Lactobacillus acidophilus* en la elaboración de yogur y leche descremada reportaron que el pH de yogur disminuía durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración entre 3,8 y 4,5. Al respecto, Hassan & Amjad (2010) mencionan que la reducción de pH en el yogur puede ser por la degradación de la lactosa en ácido láctico. El análisis estadístico indicó que si existen diferencias en los tratamientos para el pH.

La Tabla 1 detalla las calificaciones de los panelistas, las mejores calificaciones fueron para el yogur que no contenía carambolo; sin embargo, de las concentraciones la que mejor tuvo preferencia tuvo fue la concentración 1 que contenía 20%.

El reograma del yogur para los tres tratamientos se muestra en la Figura 5, se muestra un área entre las curvas de ascenso y descenso (histéresis), indicando que el yogur presentó propiedades reológicas clasificándose como un fluido tixotrópico debido a que la viscosidad aparente disminuyó con el tiempo de aplicación al mismo gradiente de deformación. Esto coincide con reportado para yogur a partir de leche de vaca (Díaz *et al.*, 2004) quienes sostienen que este carácter tixotrópico se debe a que existe un debilitamiento de la

estructura y cambios de la consistencia conforme transcurre el tiempo.

Conclusiones

Se pudo elaborar un yogur con carambolo mediante un procedimiento sencillo y repetible; sin embargo, la fruta debe utilizarse en concentraciones bajas para su aceptabilidad. Los valores de sinéresis disminuyeron al utilizar carambolo.

El estudio reológico evidenció que las muestras de yogur tuvieron un comportamiento no newtoniano.

Los valores de pH para los 3 tratamientos tuvieron un comportamiento esperado para un yogur comercial.

El yogur adicionado con concentrado de carambolo mostró una buena aceptación del consumidor, por lo que se recomienda el uso de esta fruta para la formulación de yogur.

Literatura citada

1. Achanta, Kamallesh., Aryana, Kayanush & Boeneke, (2007). Fat free plain set yogurts fortified with various minerals. *LWT* 40(3): 424-429.
2. Andrade, R., Arteaga, M. & Simanca, M. (2010). Efecto del Salvado de Trigo en el Comportamiento Reológico del Yogurt de Leche de Búfala. *Información Tecnológica*. 21(5): 117-124.
3. Anzaldúa, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia.
4. A.O.A.C. (1990) Official method of analysis. Association of Official Analytical Chemistry. 16 th edition, ed. By Hoorwitz, N., Chialo, P. and Reynolds, H. Benjamín Franklin., Station, Washington.
5. Barba, F., Criado, M., Belda, C., Esteve, M., & Rodrigo, D. (2014). Stevia rebaudiana Bertoni as a natural antioxidant/antimicrobial for high pressure processed fruit extract: Processing parameter optimization. *Food Chemistry*. 148(0): 261-267.
6. Charoenrein, S., Tatirat O. & Muadklay, J. (2008). Use of centrifugation-filtration for determination of syneresis in freeze-thaw starch gels. *Carbohydrate Polymers* 73(1): 143-147.
7. Díaz, B., Sosa, M. & Vélez, J. (2004). Efecto de la adición de fibra y disminución de grasa en las propiedades fisicoquímicas del yogurt. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 3(3): 287-305.

8. Enríquez, D., Sánchez, J. & Castro, P. (2012). Efecto de la concentración de sólidos totales de la leche entera y tipo de cultivo comercial en las características reológicas del yogurt natural tipo batido. *Revista Agroindustrial Science 2*: 173-180.
9. Hassan, A & Amjad, I. (2010). Nutritional evaluation of yoghurt prepared by different starter cultures and their physicochemical analysis during storage. *African Journal of Biotechnology*. 9(20), 2913-2917.
10. Instituto Geográfico Agustín. Codazi (2014). Recuperado de: <http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/>
11. Lemus, R., Vega, A., Zura, L. & Ah, K. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*. 132(3): 1121-1132.
12. Lubbers, S., Secourcelle, N., Vallet, N. & Guichard, E. (2004). Flavor release and rheology behaviour of strawberry fatfree stirred yogurt during storage. *Journal Agricultural. Food Chemistry*, 52(10): 3077-3082.
13. Olson, D. & Aryana, J. (2008). An excessively high *Lactobacillus acidophilus* inoculation level in yogurt lowers product quality during storage. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie* 41 (5):911 - 918.
14. Parra, R., Martínez, G. & Espinosa, J. (2011). Comportamiento fisicoquímico de stevia, fructosa, dextrosa y lactosa como endulzantes a diferentes concentraciones durante el tiempo de incubación en la elaboración de yogurt entero. *Bistúa: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*. 9: 15-20.
15. Parra, R. (2012). Yogur en la salud humana. *Revista La-sallista de Investigación*. 9 (2): 162-177.
16. Parra, R. (2013). Efecto del té verde (*Camellia sinensis* L.) en las características fisicoquímicas, microbiológicas, proximales y sensoriales de yogurt durante el almacenamiento bajo refrigeración. *Revista @limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 11 (1): 56-64.
17. Peng, Y., Serra, M., Home, D. & Lucey, J. (2009). Effect of fortification with various types of milk protein on the rheological properties and permeability of nonfat set yogurt. *Journal of Food Science* 74(9): 666–673.
18. Ruiz, A. & Ramírez, A. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Revista Facultad Agronomía (LUZ)* 26: 223-242.
19. Sahan, N., Yasarb, K. & Hayaloglu, A. (2008). Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*. 22: 1291 - 1297.
20. Salazar, L. & Guevara, A. (2002). Obtención de carambola (*Averrhoa carambola* L.) deshidratada por osmosis. *Revista Ingeniería UC*. 9:1-15.
21. Tello, O., García, R. & Vázquez, O. (2002). Conservación de *averrhoa carambola* "carambola" por azúcar y calor. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*. 2(1): 49-58.
22. Yang, D., Xie, H., Yang, B. & Wei, X. (2014). Two tetrahydroisoquinoline alkaloids from the fruit of *Averrhoa carambola*. *Phytochemistry Letters*. 7: 217-220.

Valoración de plantas curativas comercializadas en los mercados locales de los municipios de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca, Colombia

Valuation of healing plants commercialized in local markets of El Cerrito and Palmira municipalities, Valle del Cauca, Colombia

Avaliação de plantas medicinais vendidos em mercados locais nos municípios de El Cerrito e Palmira, Valle del Cauca, Colômbia

Richard Danilo Peña Cuellar¹, Andrés Felipe Vergara Gómez², Miguel Macgavver Bonilla Morales³ & Creucí María Caetano⁴

¹Ingeniero Agrónomo, Estudiante de Maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. ²Ingeniero Agrónomo, Magister en Ciencias Biológicas, Estudiante de Doctorado de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. ³Licenciado en Producción Agropecuaria, Estudiante de Maestría en Biológicas con énfasis en Recursos Fitogenéticos Neotropicales.

⁴Bióloga, Especialista en Control y Gestión Ambiental, Maestra en Ciencias Biológicas, Doctora en Ciencias Biológicas ^{1,2,3,4} Investigador Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

¹rdpenac@unal.edu.co, ²afvergarag@unal.edu.co, ³mmbonillam@unal.edu.com, ⁴cmcaetano@unal.edu.co

Resumen

Muchas especies vegetales, además del uso alimenticio, poseen utilidades medicinales, aromáticas, ornamentales, condimentarias y mágicas. Esta investigación tuvo como objetivo inventariar y valorar la flora medicinal comercializada en los mercados de los municipios de Palmira y El Cerrito (Valle del Cauca, Colombia) y así conocer sus usos en estas comunidades. Metodológicamente, se hizo el registro de 180 morfo-especies, de las cuales se identificaron 109 hasta la categoría de especie, distribuidas en 45 familias taxonómicas. Se encontró que en ambas localidades la parte más empleada de la planta son las hojas (45 y 47%, respectivamente) y el tallo (19 y 24%, respectivamente). El uso principal de estas plantas es medicinal (>45%) y mágico (>10%). Éstas son utilizadas principalmente mediante infusión (49

y 53%, respectivamente). La presentación física más habitual es en fresco, 30% para Palmira, y para El Cerrito, 70%. A pesar de la cercanía geográfica, las plantas que llegan a los mercados de las localidades difieren en estatus (local o introducida, silvestre o cultivada) y en atributos como el sabor y el efecto. Las especies usadas para El Cerrito son principalmente locales (70%). Se estableció el inventario de las plantas medicinales, aromáticas y condimentarias (PMACs) comercializadas en la región y se determinaron sus relaciones entre localidades, el valor de uso, el beneficio y el potencial en estas comunidades. Se concluye que la cultura local (saber ancestral) y la diferencia intergeneracional sobre algunas variables son determinantes para el uso, el manejo y la conservación de las especies útiles.

Palabras clave: comunidades, saber ancestral, conservación, valor de uso, plantas medicinales, plantas mágicas.

Abstract

Lots of vegetal species, besides alimentary use, they possess medicinal, aromatic, ornamental, condimental, and magical utilities. This research had as an objective to inventory and value the medicinal flora commercialized in markets in Palmira and El Cerrito municipalities (Valle del Cauca, Colombia) and in this way, get to know their uses inside these communities. Methodologically, the register of 180 morph-species was made, between them; there were identified 109 in the species category, distributed in 45 taxonomical families. It was discovered that in both localities, the most used part of the plant are the leaves (45 and 47 %, respectively) and the stem (19 and 24%, respectively). The main use of these plants is medicinal (>45%) and magical (>10%). These are used principally thought infusion (49 and 53%, respectively). The most usual physical presentation is infusion, 30% for Palmira and for El Cerrito 70%. Despite the geographical proximity, the plants in local markets differ in status (local or introduced, wild or cultivated) and in attributes like the taste and the effect. The species used for El Cerrito are mostly local (70%). The inventory of medical, aromatic and condimental plants commercialized in the region was established and there were determined their relations between localities, use value, the benefit and the potential in these communities. It was concluded that the local culture (ancestral knowledge) and the intergenerational difference over some variables are decisive for the use, the management and the conservation of useful species.

Key-words: communities, ancestral knowledge, conservation, use value, medicinal plants, magical plants

Resumo

Muitas espécies de plantas, além de uso alimentar, possuem propriedades medicinais, aromáticas, ornamentais, temperos e utilitários mágicos. Esta pesquisa tem como objetivo fazer um inventário e valorizar as plantas medicinais vendidos nos mercados dos municípios de Palmira e El Cerrito (Valle del Cauca, Colômbia) e assim conhecer as suas utilizações nessas comunidades. Metodologicamente, o registro foi feito para 180 morfo-espécies, das quais 109 foram identificados ao nível de espécies, distribuídas em 45 famílias taxonômicas. Verificou-se que em ambas as posições da parte mais usada da planta são as folhas (45 e 47%, respectivamente) e da haste (19 e 24%, respectivamente). O principal uso destas plantas é medicinal (> 45%) e mágica (> 10%). Estes são usados principalmente por infusão (49 e 53%, respectivamente). A apresentação física mais comum é fresco, 30% para Palmira e El Cerrito, 70%. Apesar da proximidade geográfica, as plantas que atingem os mercados das localidades diferem no status (local ou introduzidas, selvagem ou cultivada) e atributos como o gosto e efeito. As espécies utilizadas para El Cerrito são principalmente locais (70%). Inventariou-se as plantas medicinais, ervas e temperos (pMACS) negociados na região e as relações entre as localidades foram determinados, foi estabelecido o valor de uso, e os benefícios potenciais nessas comunidades. Conclui-se que a cultura local (antigo conhecimento) e a diferença entre gerações em algumas variáveis são determinantes para o uso, manejo e conservação de espécies úteis.

Palavras-chave: comunidades, conhecimento ancestral, conservação, valor de uso, plantas medicinais, plantas mágicas.

Introducción

La diversidad de flora presente de forma natural o cultivada, está íntimamente ligada a los ecosistemas y agroecosistemas, influyendo directamente mediante las interrelaciones e interdependencias, convirtiéndose en un componente determinante que se debe valorar y conservar como un mecanismo asociado al funcionamiento de la vida misma y de los sistemas que la conforman (Gliesman, 2002; Sans, 2007). Por tal motivo, esta biodiversidad presenta múltiples usos, que principalmente se enfocan en la seguridad alimentaria de la humanidad (Bonilla, Caetano & Aguirre, 2014).

Sin embargo, las plantas medicinales también han sido utilizadas y cultivadas, generando transferencia intergeneracional de los conocimientos para la preparación de remedios naturales o caseros (Quesada, 2008). Estas especies son conocidas como las plantas medicinales, aromáticas y condimentarias (PMACs). En los últimos años se ha avanzado en el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas de Colombia, obteniendo desde inventarios hasta estrategias que permitan la preservación de estas especies (Bernal, García & Quevedo, 2007).

En Colombia, se han realizado trabajos sobre etnobotánica asociados a plantas medicinales en comunidades indígenas del Amazonas (Quintana, 2012) y Putumayo (Marín-Corba, Cárdenas-López & Suárez-Suárez, 2005), sin embargo, investigaciones asociadas a zonas urbanas o rurales, son escasas pese a que son necesarias. Esto particularmente en el Valle del Cauca, donde sólo se conoce un estudio en la población rural de Santa Teresa, Palmira, registrando la valoración y uso de la diversidad vegetal cultivada por esta comunidad, con un leve enfoque en el conocimiento del uso medicinal (Bonilla & Caetano, 2013).

Esta investigación tuvo como objetivo inventariar y comparar las relaciones entre la diversidad de plantas comercializadas en los mercados locales de hierbas de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca, con

la finalidad de conocer y estimar los diferentes usos y manejos de la flora curativa, de acuerdo a sus cualidades y características, aunado a los conocimientos ancestrales conservados por la comunidad.

Metodología

Área de estudio

La investigación se realizó en Colombia, departamento del Valle del Cauca, en los municipios de El Cerrito (3°41'8.04"N 76°18'47.08"O, 992 msnm) y Palmira (3°31'28.37"N, 76°17'49.40"O, 1010 msnm). Se visitaron los principales mercados locales de cada municipio y se aplicaron dos instrumentos: observación participante y entrevista semiestructurada, con el objetivo de recoger la información de cada una de las especies que se comercializan en los mercados locales y sus distintos usos.

Enfoque empleado

El enfoque de valoración directa fue utilizado en esta investigación y corresponde al establecimiento de valores de cada una de las plantas inventariadas y evaluadas de manera descriptiva-cualitativa, las plantas fueron cuantificados de acuerdo a lo planteado por Bonilla & Caetano (2013), para otorgar valor de uso a cada una de las especies evaluadas. Se modificaron las fórmulas establecidas por Phillip (1996), con la finalidad de establecer la sumatoria de usos y obtener un valor de uso de cada una de las especies evaluadas, de acuerdo a la Ecuación 1:

$$VU = VM + VE + VA + VC + VAL + VO + VES \quad (1)$$

VU= Valor de uso, VM= Valor medicinal, VE=Valor mágico, VA=Valor aromático, VC= Valor condimentario, VAL= Valor alimentario, VO= valor ornamental, VES= Valor estético. Estos valores se tomaron de las categorías planteadas por Marín-Corba, Cárdenas-López & Suárez-Suárez (2005), Quintana (2012) y Bonilla & Caetano (2013). En la Figura 1 se muestran ejemplos de estas categorías.



Figura 1. Categorías de las plantas estudiadas. a) hinojo (medicinal), b) caléndula (mágica), c) sábila (mágica, medicinal, alimentaria), d) ruda (medicinal, mágica), e) variedades de albahaca (aromática), f) eucalipto (medicinal, aromática), g) jengibre, (alimentaria), h) ornamentales, i) botón de oro (medicinal, mágica).

El valor medicinal (medicina tradicional), fue el que mayor diversidad de usos presentó. El Índice de Uso Medicinal se estableció de acuerdo a Phillip (1996), (Ecuación 2). En éste se consideró a las plantas que presentaron más de dos usos dentro de la categoría de medicinal.

$$IUM = ET/Nloc (2)$$

IUM= Índice de uso medicinal,
ET= Enfermedades tratadas y
Nloc= Número de localidades evaluadas

Inventario de la flora comercial utilizada

Se realizaron encuestas adaptadas de Minga, Salazar & Rivadeneira (2010), con la finalidad de obtener un formato semi-estructurado, aplicado a comerciantes de plantas para recopilar la información. Los datos solicitados fueron: nombre local de la planta, parte utilizada, características de la planta de acuerdo a su uso (ejemplo, dulce o amarga), uso, conocimiento de su uso (cómo se obtuvo este saber), padecimiento (sanación), preparación y procedencia (Figura 2).



Figura 2. Diferentes presentaciones de plantas y sus propiedades según los requerimientos del mercado y el consumidor.

Para la identificación se colectaron ejemplares y en su defecto, se realizó registro fotográfico. La identidad taxonómica a nivel de familia, género y especies se realizó mediante comparación de especímenes depositados en el herbario Valle, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Además, se hizo validación de los registros fotográficos en línea en las páginas oficiales de *Tropicos* (2014), *KEW* (2014) y *The Plant list* (2014).

Análisis de datos

Se estableció una base de datos de los mercados locales (galerías) de El Cerrito y Palmira, siguiendo lo estipulado por Sandoval (2012). Los valores que se otorgaron a cada una de las plantas, “1” como presencia y “0” como ausencia, corresponden a sólo una localidad, aunque dentro de los entrevistados se repitiera el dato. Los análisis

se realizaron mediante Excel, Office-Windows, considerando lo reportado por Bonilla & Caetano (2013), para los valores de la sumatoria de uso, parte usada, atributos y uso.

Resultados y discusión

Los registros obtenidos en los mercados locales (galerías) de El Cerrito y Palmira incluyen 180 morfoespecies, de las cuales se identificaron 109, distribuidas en 45 familias taxonómicas (Tabla 1), a diferencia de lo reportado por Bonilla & Caetano (2013) en fincas de la vereda Santa Teresa, Palmira, quienes inventariaron 113 especies. Sin embargo, estos reportes incluyen especies forrajeras, forestales y ornamentales de amplio uso en zonas rurales, las cuales no se consideraron en la presente investigación, debido a que fue dirigida a los locales que comercializan flora medicinal.

Tabla 1. Lista de plantas de los mercados locales de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca, con su respectiva categoría de valoración y valor de uso.

Familia	Nombre científico	Nombre común	El Cerrito	Palmira	Vm	Ve	Va	Vc	Val	Vo	Ves	VU	IUM
Amaryllidaceae	<i>Allium sativum</i> L.	Flor de ajo	x		0	1	0	0	0	1	0	2	3
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm. f.	Sábila	x	x	2	2	0	0	0	0	0	2	6
Verbenaceae	<i>Aloysia citriodora</i> Paláu	Cidron	x		1	0	1	0	0	0	0	2	4
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Altamiza	x	x	1	1	0	0	0	0	0	2	4
Apiaceae	<i>Apium graveolens</i> L.	Apio	x		1	0	1	1	0	0	0	3	4
Asteraceae	<i>Artemisia sect. Absinthium</i> (Mill.) DC.	Agenjo	x	x	1	0	1	0	0	0	0	2	4
Poaceae	<i>Axonopus micay</i> García-Barr.	Micay	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Fabaceae	<i>Bauhinia candicans</i> Benth. sp	Pate buey	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Papunga-maquequia-cadillo	x	x	2	0	0	0	0	0	0	2	4
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i> L.	Borraja	x	x	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L.	Col	x		1	0	0	1	1	0	0	3	4
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.	Alpiste	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Fabaceae	<i>Brownea ariza</i> Benth.	Flor del árbol de la cruz	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Asteraceae	<i>Calea colombiana</i> Gand.	Chicaron de loma	x	x	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Asteraceae	<i>Calendula officinalis</i> L.	Boton de oro -Calendula	x	x	2	1	1	0	0	1	0	5	6
Ericaceae	<i>Cavendishia quereme</i> (Kunth) Benth. & Hook. f.	Quereme	x	x	2	2	0	0	0	0	0	2	6
Urticaceae	<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	Yarumo blanco	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Amaranthaceae	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	Paico	x	x	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Apiaceae	<i>Cicuta</i> sp	Cicuta	x		1	1	0	0	0	0	0	2	4
Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Pareira	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	Insulina	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp	Hojas de naranjo agrio	x	x	1	0	1	1	0	0	0	3	4
Gesneriaceae	<i>Columnea consanguinea</i> Hanst.	Pulmonaria	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Nogal	x	x	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Asparagaceae	<i>Cordyline fruticosa</i> (L.) A. Chev.	Carey	x	x	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Zingiberales	<i>Costus</i> sp.	Caña agria	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Crassulaceae	<i>Crassula nudicaulis</i> L.	Hormigita de paramo	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Asteraceae	<i>Critoniella acuminata</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Destrancadera	x		1	1	0	0	0	0	0	2	4

...continuación Tabla 1

Familia	Nombre científico	Nombre común	El Cerrito	Palmira	Vm	Ve	Va	Vc	Val	Vo	Ves	VU	IUM
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baillon	Sangre de drago	x	x	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Pino	x		1	0	1	0	0	0	0	2	4
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Limoncillo	x	x	1	0	1	0	0	0	0	2	4
Poaceae	<i>Cymbopogon nardus</i> (L.) Rendle	Citronela	x	x	1	0	0	1	0	0	0	2	3
Asteraceae	<i>Cynara scolymus</i> L.	Alcachofa	x		1	1	0	0	0	0	0	2	4
Fabaceae	<i>Dioclea sericea</i> Kunth	Abre caminos	x	x	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Equisetaceae	<i>Equisetum</i> sp.	Cola de caballo	x		1	0	0	1	1	0	0	3	4
Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i> L.	Raiz de cimarrón	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Asteraceae	<i>Espeletia jaramilloi</i> S. Díaz	Frailejon de paramo	x	x	1	1	0	0	0	1	0	3	4
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucaplito	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Arayana	x	x	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Urticaceae	<i>Fleurya aestuans</i> (L.) Gaudich. ex Miq.	Ortiga	x	x	1	0	1	1	0	0	0	3	4
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> L.	Hinojo		x	1	1	0	0	0	1	0	3	4
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Matarratón	x		1	0	0	0	0	1	0	2	3
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i> L.	Girasol	x		1	1	0	0	0	0	0	2	4
lamiales	<i>Heliotropium</i> sp.	Heliotropo	x		1	0	1	0	0	0	0	2	4
Acanthaceae	<i>Hygrophila tyttha</i> Leonard	Amanza machos	x		1	0	0	1	1	0	0	3	4
Schisandraceae	<i>Illicium verum</i> Hook. f.	Aniz estrellado	x		1	1	0	0	0	0	0	2	4
Crassulaceae	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> Raym.-Hamet & H.Perrier	Lengua de suegra u hojarasin	x		1	0	1	0	0	1	0	3	4
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Lechuga	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Verbenaceae	<i>Lantana canescens</i> Kunth	Verbena	x		1	0	1	0	0	0	0	2	4
lauraceae	<i>Laurus nobilis</i> L.	Laurel	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Brassicaceae	<i>Lepidium sativum</i> L.	Berro de patio o mastuerzo	x		1	0	1	0	0	0	0	2	4
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson	Pronto aliviosanaló todo	x		1	0	1	0	0	0	0	2	4
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malva	x		1	0	1	1	0	0	0	3	4
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Manzanilla	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	Alfalfa	x		1	0	1	0	1	0	0	3	5
Lamiaceae	<i>Melissa officinalis</i> L.	Toronjil	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Lamiaceae	<i>Mentha piperita</i> L.	Menta	x		1	1	0	0	0	0	0	2	4
Lamiaceae	<i>Mentha pulegium</i> L.	Poleo	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Lamiaceae	<i>Mentha</i> sp.	Yerba buena	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L.	Hierba buena	x		1	0	1	1	1	0	0	4	5
Lamiaceae	<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	Mastranco	x		1	0	1	1	1	0	0	4	5

...continuación Tabla 1

Familia	Nombre científico	Nombre común	El Cerrito	Palmira	Vm	Ve	Va	Vc	Val	Vo	Ves	VU	IUM
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp	Pega pega	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	Morera	x		1	0	0	1	0	0	0	2	3
Asteraceae	<i>Neurolaena lobata</i> (L.) Cass.	Pate lancha	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albaca blanca-Albaca morada	x	x	2	2	1	1	1	0	0	7	4
Asteraceae	<i>Onoseris cummingii</i> Hook. & Arn.	Arnica (santa maria)	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L.	Oregano	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Urticaceae	<i>Parietaria officinalis</i> L.	Espaletaria o parietaria	x	x	1	0	0	0	0	0	0	1	1,5
Passifloraceae	<i>Passiflora coriacea</i> Juss.	Alas de murcielago	x	x	1	0	0	1	0	0	0	2	1,5
fitolacaceas	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Anamú	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> var. tetrandra (B.A. Gomes) Hauman	Anamu	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nyman	Peregil	x	x	2	0	0	0	0	0	0	2	2
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Condorcillo	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Piperaceae	<i>Piper auritum</i> kunth	Cordoncillo	x		1	0	0	0	0	0	0		3
Piperaceae	<i>Piper peltatum</i> L.	Hojas de santa maria	x		1	0	1	0	0	1	0	3	4
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	Yanten (Ilan-tén)	x	x	2	0	0	0	0	0	0	2	1,5
Lamiaceae	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Oreganon	x	x	2	1	0	0	0	0	0	3	2
Asteraceae	<i>Porophyllum ellipticum</i> Cass	Ruda gallinaza	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga blanca	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Asteraceae	<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (Juss. ex Aubl.) C.F. Baker	Suelda con suelda	x		1	1	0	1	0	0	0	3	4
Asteraceae	<i>Pseudognaphalium viravira</i> (Mol.) A. Anderb.	Vira vira	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J.S. Mueller) Stearn	Disciplina	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Higerilla	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.	Rosa	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	Ruda	x		1	0	0	1	1	0	0	3	4
Salicaceae	<i>Salix sect. Humboldtianae</i> Andersson	Sause	x		1	1	0	0	0	1	0	3	4
Lamiaceae	<i>Salvia leucantha</i> Cav.	Eliotropo	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Lamiaceae	<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth, Karl (Carl) Segismundo	Mastranto	x		1	0	0	1	0	0	0	2	3
Lamiaceae	<i>Salvia splendens</i> Sellow ex Wied-Neuw.	Salvia	x		1	0	0	1	0	0	0	2	3

...continuación Tabla 1

Familia	Nombre científico	Nombre común	El Cerrito	Palmira	Vm	Ve	Va	Vc	Val	Vo	Ves	VU	IUM
Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i> L.	Sauco	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Asteraceae	<i>Siegesbeckia orientalis</i> fo. <i>angustifolia</i> Makino	Ventosidad	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Asteraceae	<i>Smallanthus sonchifolius</i> (Poepp.) H. Rob.	Yacon	x		1	0	0	0	0	0	0	1	3
Smilacaceae	<i>Smilax aspera</i> L.	Zarzaparilla	x		0	1	0	0	0	1	0	2	3
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	Yerbamora	x	x	1	0	1	0	1	0	1	4	5
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L., Sp. Pl	Hierba mora		x	1	1	0	0	0	0	0	2	2
Amaranthaceae	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Espinaca		x	0	1	1	0	0	0	0	2	4
Asteraceae	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni	Estevia	X	x	2	0	0	0	0	0	0	0	1
Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i> L.	Flor de muerto		x	1	1	0	0	0	0	0	2	2
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg. L.	Diente de león		x	1	0	1	0	0	0	0	2	2
Lamiaceae	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo		x	2	0	0	0	0	0	0	1	2
Malváceas	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Tilo		x	1	0	1	1	1	0	0	4	2,5
Commelinaceae	<i>Tradescantia</i> sp.	Siembre viva		x	1	0	0	0	0	0	0	1	1,5
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i> (Bonpl.) Nees	Quiebra barriga-nacadero		x	2	0	0	0	0	0	0	2	2
Poaceae	<i>Triticum aestivum</i> L.	Trigo		x	1	0	0	1	1	0	0	3	2
Varronia	<i>Varronia spinescens</i> (L.) Borhidi	Verde negro		x	1	0	1	0	0	0	0	2	2
Verbenaceae	<i>Verbena</i> sp.	Verbena blanca		x	1	0	0	0	0	0	0	1	1,5
Melanthiaceae	<i>Zigadenus</i> sp.	Barita de San José	x	x	0	1	0	0	0	1	0	2	1,5
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Gengibre		x	0	1	0	0	0	0	0	1	1,5

Al comparar con otros inventarios en el departamento del Valle del Cauca, como el realizado por Escobar (2001) en la Reserva Forestal Yotoco, quien reportó 306 especies vasculares y el de Vargas (2012), quien registró 1300 especies para los bosques secos, las 109 especies registradas en el presente caso es una cifra inferior a la cantidad de plantas existentes en la zona. Sin embargo es un número alto ya que sólo se reportan para este estudio plantas con un uso específico y comercializado en las plazas de mercado de El Cerrito y Palmira. Aun, al comparar el inventario y valoración de especies silvestres y cultivadas de la familia Orchidaceae para el Valle del Cauca, considerado uno de los grupos más diversos dentro de las angiospermas, el resultado es considerablemente elevado, pues la cifra supera las 700 especies (Aguirre & Bonilla, 2014).

El inventario de plantas curativas en El Cerrito y Palmira establece una cifra valiosa de especies (109), por lo que no sólo se limita a la identificación taxonómica, sino se destaca el aporte en el conocimiento popular sobre la especie respecto a las categorías de valoración. Aún más al compararlo con otras investigaciones, como la de Quintana (2012) en comunidad indígena Tikuna del Alto Amazonas, la cual estableció 99 especies de uso medicinal.

Entre las categorías evaluadas el uso medicinal es el más representativo (Figura 3) con 59% y 43%, seguido del uso mágico 10% y 15% y uso aromático de 11% y 9%, respectivamente, en los mercados locales de El Cerrito y Palmira. En valoración realizada por Bonilla, Caetano & Aguirre (2014) los índices más relevantes corresponden al valor alimenticio 28% y valor medicinal 22%, considerando que el uso medicinal es relevante, ya que el trabajo fue desarrollado en fincas.

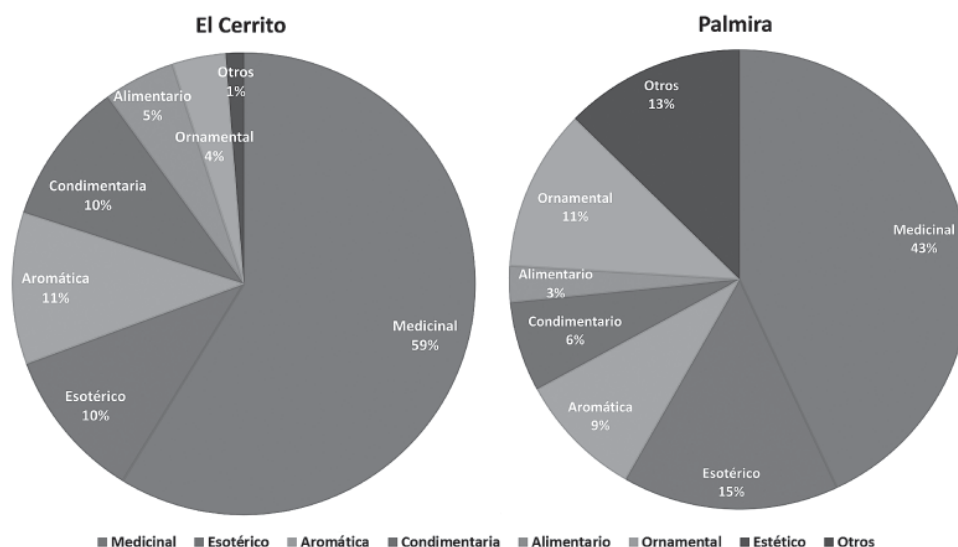


Figura 3. Categorías de uso de la flora inventariada de los mercados locales de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca.

Tanto en El Cerrito como en Palmira, la parte más utilizada es la hoja con un 47% y 45% para cada localidad; al igual, el uso del tallo en cada sitio de estudio tiene valores muy cercanos 24% y 19% (Figura 4). Un estudio realizado en provincia Gran Chaco (Bolivia) determina que la hoja es la principal parte utilizada de la planta cuando se trata

de plantas medicinales con un porcentaje del 38% con respecto a las otras partes (Quiroga, Arrázola & Torres, 2009). En Palmira (Valle del Cauca) se reporta que la parte más usada es la hoja con un 28%, en inventario de fincas de la vereda Santa Teresa (Bonilla & Caetano, 2013).

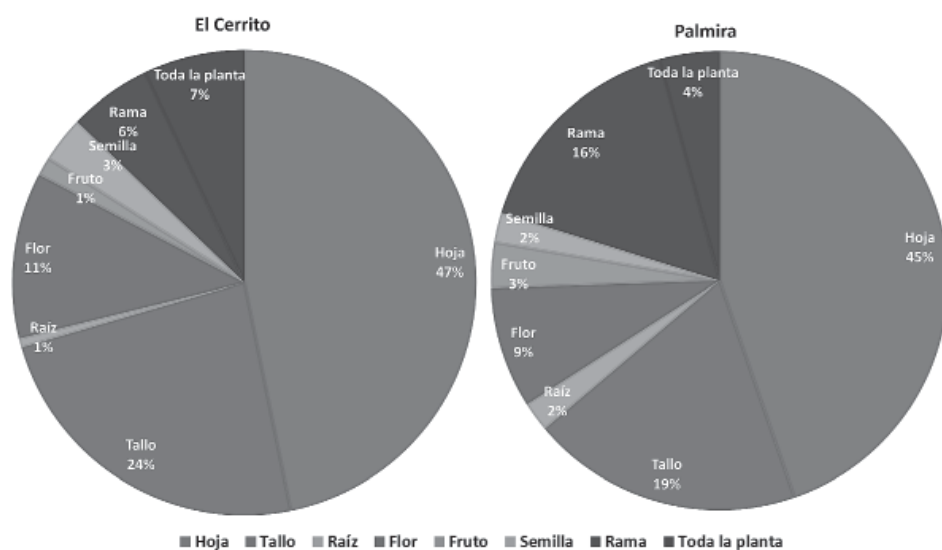


Figura 4. Parte de la planta utilizada de las especies inventariadas de los mercados locales de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca.

La Figura 5 representa tres componentes: a) atributos o efectos que tiene la planta antes de su aplicación, b) sabor que presenta y c) condición de la planta para ser utilizada. Las diferencias significativas se manifiestan en El Cerrito con 60 especies que poseen un atributo de “caliente”, 45 para “dulce” y “amarga”, y 70 que resaltan el uso “fresco o seco” de la planta. Estos usos son asociados a

las plantas para su consumo o utilización de forma curativa y poseen una relación en su efecto (Maigual, 2012). De hecho, algunas especies con propiedades curativas no funcionan si no se hace la preparación debida (Quiroga, Arrázola & Torres, 2009; Quiroga & Arrazola, 2013), pues su consumo en algunos casos se hace fresco o seco, siendo esta variable dependiente para su eficiencia.

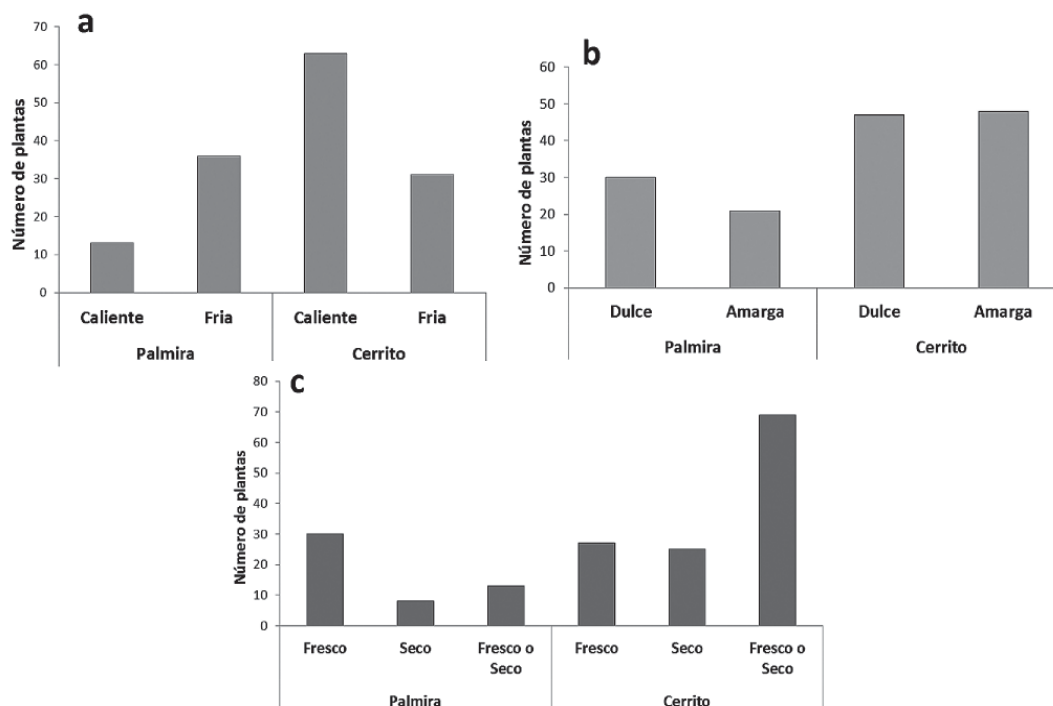


Figura 5. Preferencias del uso de la planta. a) atributos o efectos que tiene la planta antes de su aplicación, b) sabor que presenta y c) condición de la planta para ser utilizada.

En El Cerrito la preferencia de las plantas es por las propiedades calientes para tratar problemas como el reumatismo, sacar frio corporal por resfriados y para los cuidados post parto, entre otros. Estas propiedades se encuentran también registradas para comunidades indígenas de Bolivia pero utilizando otras especies (Quiroga, Arrázola & Torres, 2009). Inclusive, algunas de estas especies de El Cerrito se asocian con las plantas de la comunidad Tikuna, al igual que su uso en las preparaciones (Quintana, 2012). Este comportamiento manifiesta una fuerte influencia del contexto cultural y cognitivo, característicos de cada zona, para emplear y explotar las propiedades inherentes de las especies según la necesidad del

consumidor, coincidiendo con usos y propiedades para una misma planta, por lo que se evidencia la multifuncionalidad de éstas.

Ambas localidades comparten un rango aproximado del 50% con respecto a la preparación en infusión debido a que esta es la forma más habitual y práctica de aprovechar las propiedades de las plantas como remedio (Figura 6). En Palmira los baños con plantas corresponden a 30%, siendo la forma más usual de utilizar plantas mágicas, mientras que en El Cerrito es sólo 3%. Por lo tanto, los usuarios tienen mayor tendencia a consumir plantas mágicas en Palmira y medicinales en El Cerrito.

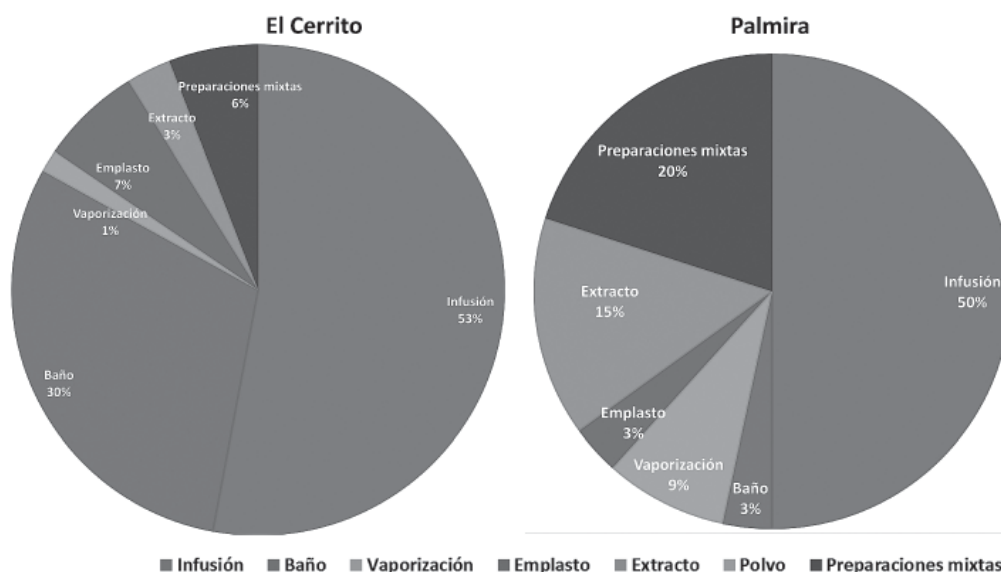


Figura 6. Preparación de las plantas de los mercados locales de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca.

El Cerrito tiene mayor suficiencia de plantas para ofrecer en el mercado local, indicando que es una zona menos urbanizada. En contraste, Palmira está en un avanzado crecimiento urbanístico y paisajístico, con mayor migración de personas y culturas, donde las especies vegetales idóneas para estos mercados han sido reemplazadas en su mayoría por otros cultivos o por edificaciones (Bonilla, Caetano & Aguirre, 2014). Por eso, es necesario recurrir a otras localidades para acceder a estas especies y cubrir la demanda local.

En El Cerrito, el 80% de las plantas utilizadas son locales, mientras que el comportamiento en Palmira es de 50% introducidas y 30% locales (Figura 7). Aunque los dos municipios se encuentran geográficamente próximos, El Cerrito conserva un conocimiento mayor sobre las plantas tradicionales. Igualmente, los registros obtenidos por Marín-Corba, Cárdenas-López & Suárez-Suárez (2005) en Putumayo, resaltan que la mayoría de las plantas encontradas son nativas y asociadas al uso cotidiano de las poblaciones. Así como el realizado por Quintana (2012) en el Amazonas, donde el uso frecuente de estas plantas nativas en preparaciones incentiva su cultivo, manejo y conservación.

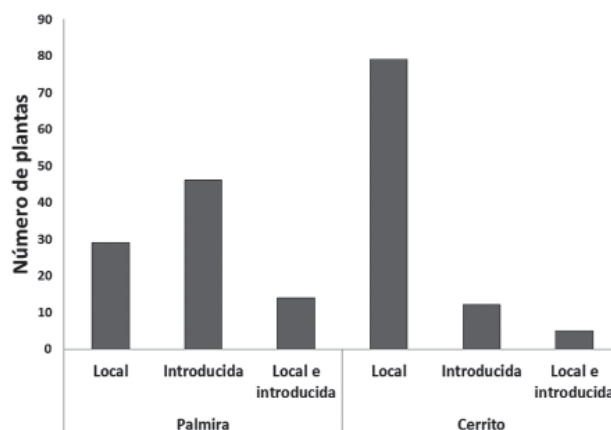


Figura 7. Comparación de las plantas inventariadas, respecto a su sitio de origen.

En el municipio de Palmira se manifiesta una pérdida o erosión del conocimiento tradicional en cuanto al uso medicinal de las plantas y un arraigamiento a los usos mágicos. Su crecimiento urbano y su expansión han influenciado negativamente la conservación de los conocimientos tradicionales relacionados al uso de plantas. A su vez, en El Cerrito, un municipio con una población correspondiente a una séptima parte de la población palmirana, se observa un arraigo de sus costumbres y tradiciones incluyendo el uso de plantas de la medicina tradicional (DANE, 2014).

El IUM es útil para conocer específicamente las dolencias que pueden curar una planta, su relación en ambas localidades y el conocimiento de uso en las comunidades. Las plantas con mayor número de usos reportados en las dos localidades fueron: *Aloe vera*, *Calendula officinalis* y *Caesalpinia coriaria*, con un IUM igual a 6 mientras que la planta con un menor número de usos es *Stevia rebaudiana* planta en la que solo se reporta el uso de endulzante con un IUM de 1. Para esta investigación sólo se tuvieron en cuenta los usos reportados por la comunidad y no los reportados por la literatura, con el fin de determinar que tanto conocimiento conservan las comunidades.

Conclusiones

En los mercados locales de El Cerrito y Palmira se detectó una riqueza multicultural de conocimientos sobre las plantas, sus cualidades y usos, transmitidos a nuevas generaciones y potenciados para satisfacer las demandas del mercado actual.

El inventario de la flora curativa permitió identificar taxonómicamente las plantas utilizadas por las dos comunidades, las cuales difieren en la forma y el uso, a pesar de la poca distancia geográfica.

El detrimento del número de especies conocidas y empleadas, como lo observado en Palmira en comparación a El Cerrito, es un reflejo del crecimiento en infraestructura urbana y de procesos de pérdida de su cultura.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los comercializadores de plantas de los mercados locales de los municipios de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca por toda su atenta colaboración y compartir experiencias y conocimientos, que motivan e invitan a estar al tanto cada día más de las bondades y usos de la flora local como patrimonio cultural y ambiental. Al Herbario Valle de la Universidad Nacional de

Colombia, sede Palmira y sus funcionarios por su ayuda en la identificación de especies.

Literatura citada

1. Aguirre, C. & Bonilla, M. (2014). Inventario y valoración de las orquídeas cultivadas del Valle del Cauca, Colombia. Reunión Anual Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical & V Congreso Colombiano de Horticultura. Ornamentales genéticos y fitomejoramiento.
2. Bernal, H.Y., García, H., & Quevedo, G. F. (2011). Pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia. Estrategia Nacional para la conservación de plantas. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Primera Edición. Bogotá, Colombia.
3. Bonilla, M., Caetano, C. & Aguirre, C. (2014). Diversidad, manejo y conservación de la flora cultivable en la vereda Santa Teresa, Palmira (Valle del Cauca). Reunión Anual Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical & V Congreso Colombiano de Horticultura. Ornamentales genéticos y fitomejoramiento.
4. Bonilla, M. & Caetano, C. (2013). Inventario y valoración de la flora utilizada por la vereda Santa Teresa, Palmira (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 4 (1): 89 -99.
5. DANE. (2014). Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE COLOMBIA. PROYECCIONES DE POBLACIÓN MUNICIPALES POR ÁREA. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>
6. Escobar, E. (2001). Presentación de Yotoco "Reserva Natural". Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
7. Gliessman, S. (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATTIE, Turrialba, Costa Rica.
8. KEW (2014) Página Web de KEW Royal Botanic Gardens. Recuperado de: <http://www.kew.org/>
9. Maigual, J. (2012). Aprendiendo alrededor del jajañ. *Cuadernos Recursos Filogenéticos Neotropicales*, Universidad Nacional De Colombia. Sede Palmira. 1:1-49.
10. Marín-Corba, C., Cárdenas-López, D. & Suárez-Suárez, E. (2005). Utilidad del valor de uso en etnobotánica. Estudio en el departamento de Putumayo (Colombia). *Caldasia*. 27(1): 89-101.
11. Minga, N., Salazar, M. & Rivadeneira, J. (2010). Lo que debemos saber para inventariar la agrobiodiversidad. CEA, Ecuador.
12. Phillips, O. (1996). Some quantitative methods for analyzing ethnobotanical knowledge. En: M. Alexiades (ed.), Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual (171-197). Nueva York: The New York Botanical Garden.
13. Quesada, A. (2008). Las plantas medicinales. *Revista Biocenosis*. 21(1-2): 20-23.

14. Quintana, R. (2012). Estudio de plantas medicinales usadas en la comunidad indígena Tikuna del alto Amazonas, Macedonia. *Nova*. 10 (18): 180-193.
15. Quiroga, R., Arrázola, S. & Torrez, E. (2009). Diversidad florística medicinal y usos locales en el pueblo Weenhayek de la provincia Gran Chaco, Tarija, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y conservación Ambiental*. 25:25-39.
16. Quiroga, R & Arrázola, S. (2013). Etnobotánica médica en cuatro etnias de las tierras bajas de Bolivia: un enfoque comparativo. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. 7(1): 83-95.
17. Sandoval, C. (2012). Plantas útiles del páramo. Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Casbel. Cuadernos Recursos Filogenéticos Neotropicales, Universidad Nacional De Colombia, Sede Palmira. 1(2):1-49.
18. Sans, F. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*. 16 (1): 44-49.
19. The plant list (2014). Recuperado de: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=>
20. Trópicos (2014). En línea. Recuperado de: <http://www.tropicos.org/>
21. Vargas, W. (2012). Los bosques secos del Valle del cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual. *Biota Colombiana*. 13 (2): 102-164.

Recibido: 25 de marzo de 2014
Aceptado: 30 de abril de 2014

Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) en el trópico húmedo colombiano

Agronomic and harvest efficiency valuations of “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) in humid Colombian tropic

Valorações agronômicas e do desempenho na colheita da “batata chinês” (Colocasia esculenta L.) no trópico úmido Colombiano

Milton Cesar Ararat Orozco¹, Carmen Lucia Sinisterra Garcés² & Carolina Hernández Rivera³

¹Ingeniero Agrónomo, Magister en Suelos, Doctor en Ciencias Agrarias con énfasis en suelos y aguas. ²Agrónoma. ³Ingeniera Ambiental.

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira ²Programa de Agronomía. Universidad del Pacífico. ³Facultad de Ingeniería y Administración. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

¹milton.ararat@gmail.com, ²carmenl221@hotmail.com, ³caroh83@hotmail.com

Resumen

La “papa china” (*Colocasia esculenta* L.), perteneciente a la familia aráceas, es una planta que se produce en condiciones ambientales del trópico húmedo en la región pacífica del Valle del Cauca, Colombia. El objetivo de esta investigación fue valorar agronómicamente la cosecha en dos fincas del municipio de Buenaventura (Valle del Cauca). Los parámetros fisiológicos estimados fueron: área foliar, número de brotes, número de hojas, número de pseudotallos. Las variables de rendimiento fueron biomasa del tubérculo y materia seca total al momento de la cosecha. El muestreo se realizó al azar a los 7 meses de edad del cultivo tomando 60 muestras para los componentes fisiológicos y 20, para las variables de rendimiento. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS; Se identificó mayor número de especies de vocación agroforestal en la finca B (La Vega) y alta frecuen-

cia de arvenses en la finca A (La Princesa); En las variables físicas y químicas del suelo se reflejó una tendencia a la acidez y alto contenido de arcillas; Según la prueba de comparación de promedios se presentaron diferencias significativas en área foliar para la finca B con 965.08 cm², en el rendimiento el volumen de tubérculos fue mayor para la finca B (2419.1cm³), al igual que el peso fresco con (1387,9 g) y peso del tubérculo sin cascara (1155,2 g). El porcentaje de materia seca total obtenido tanto para la finca A como para la finca B fue de 39%. Esto resultados indican que los mayores rendimientos fueron para la finca B, por encima de otros reportes de la zona y de otras regiones del mundo, dando importancia al manejo agronómico del control de arvenses, deshoje del cultivo, densidad de siembra y forma de cosecha de un recurso fitogenético con potencial uso agroforestal y agroindustrial.

Palabras clave: papa china, cosecha, rendimiento, *Colocasia esculenta*, Aracea.

Abstract

The “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) belongs to the arum family, it is a plant produced in environmental conditions proper of the humid tropic in the pacific region of Valle del Cauca, Colombia. The objective of this research was to appreciate from an agronomical way the harvest in two farms in the municipality of Buenaventura (Valle del Cauca). The estimated physiological parameters were foliage area, number of sprouts, number of leaves and number of pseudostems. The efficiency variables were tuber biomass and total dry substance at harvest’s time. The sampling was made randomly at 7 months of crops taking 60 samples for the physiological components and 20, for the efficiency variables. The data were analyzed with the statistical package SAS; there were identified major number of agroforestry vocation species in farm B (La Vega) and high frequency of weeds in farm A (La Princesa); Between physical and chemical variables of the ground it was reflected a acid tendency and a high content of clay. According to the test of averages comparison significant differences appeared in the foliage area for farm B with 965.08 cm², in efficiency the tuber’s volume was higher for farm B (2419.1 cm³), as well as the fresh weight with (1387,9 g) and tuber’s weight without skin (1155,2 g). The percentage of total dry substance obtained was 39% for farm A and for farm B. These results show that the highest efficiency was for farm B, over other reports about the zone and other regions of the world, giving importance to agronomic management of weed control, the strip of leaves, sowing density and mode of collect a fitogenetic resource with potential agroforestry and agroindustry use.

Key-words: papa china, harvest, efficiency, *Colocasia esculenta*, Arum

Resumo

“papa chinês” (*Colocasia esculenta* L.), pertencente à família Aracea, é uma planta que ocorre sob condições ambientais dos trópicos úmidos da região pacífica no Valle del Cauca. O objetivo deste trabalho foi avaliar agronomicamente a colheita em duas fazendas no município de Buenaventura (Valle del Cauca). Foram estimados os parâmetros fisiológicos. área foliar, número de brotos, número de folhas, número de pseudocaulos. As variáveis de rendimento foram produção de biomassa e de matéria seca do tubérculo no momento da colheita. A amostragem foi aleatória após 7 meses de idade da cultura, tomando 60 amostras para as componentes fisiológicas e 20 para variáveis de desempenho Os dados foram analisados utilizando o pacote estatístico SAS. A maioria das espécies identificadas com vocação agroflorestal estavam alocadas na fazenda B (La Vega) e alta frequência de plantas daninhas na fazenda A (A princesa), nas variáveis físicas e químicas do solo uma tendência à acidez e alto teor de argila foi refletida. De acordo com ao teste de comparação de médias houve diferenças significativas na área foliar para a fazenda B com volume de tubérculos 965,08 cm², o desempenho foi maior para a fazenda B (2419.1cm³), como o peso fresco (1387,9 g) e peso de tubérculos sem casca (1.155,2 g). A percentagem de matéria seca total obtido tanto para a fazenda A quanto para a fazenda B foi de 39%. Estes resultados indicam que rendimentos mais elevados foram para a fazenda B, acima de outros relatórios da região e de outras regiões do mundo, dando importância à gestão agrícola de controle de plantas daninhas, desfolha da cultura, densidade do plantio e forma de colheita de um recurso genético com uso potencial agroflorestal e agrícola.

Palavras-chave: batata chinês, colheita, produção, *Colocasia esculenta*, Aracea.

Introducción

La papa china (*Colocasia esculenta* L.), perteneciente a la familia de las Aráceas, es uno de los primeros cultivos utilizados por el hombre. De origen asiático, más reconocido al sureste de Asia, entre India e Indonesia. Su cultivo se extendió por África tropical y Egipto y se introdujo al continente americano desde archipiélago de la Isla Canarias (López Zada, Vásquez & López Fleites 1995).

A nivel de Suramérica, en Ecuador ocupa una superficie tecnificada de 419 ha, reflejándose el alto consumo de este cormo; En la Amazonía ecuatoriana en los últimos años se ha observado un incremento del 10% anual de la superficie, debido al interés del mercado internacional especialmente centro americano y asiático (Freire, 2012).

Buenaventura (Valle del Cauca) y otras zonas de la costa Pacífica colombiana se caracterizan por tener un sistema de cultivo que muestra baja productividad y recibe poco interés en la comercialización de los subproductos; en el caso de la cosecha se trabaja según los usos y costumbres sin tener en cuenta las particularidades de algunos manejos técnicos que posibilitarían aumentos del rendimiento y otras opciones agroindustriales del cultivo.

La importancia de este recurso fitogenético se enfoca en la seguridad y soberanía alimentaria por el alto contenido de elementos nutricionales (Figura 1), contribuyendo al desarrollo e implementación en sistemas agroforestales, como es el caso de la especie *Xanthosoma sagittifolium* que ha sido calificado como una Arácea de uso forrajero por reunir ventajas de tipo nutricional, productivo y versatilidad agronómica frente a otras especies forrajeras (Ararat, Labrador & Salazar, 2005); por tanto, las valoraciones agronómicas en fase de cosecha tienen propósitos técnicos ya que favorecen a los procesos académicos y a la economía de las familias campesinas con alto potencial agroindustrial.

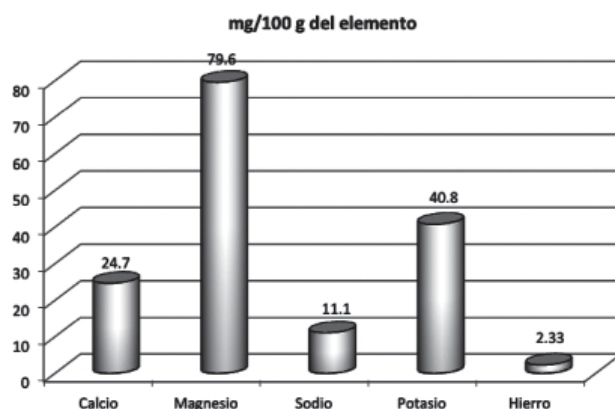


Figura 1. Composición mineral de tubérculos de papa china (base fresca).

Fuente de los datos: McEwan (2008)

Desde un análisis económico tiene prioridad la calidad de los cormos o tubérculos y algunas veces las hojas y pecíolos que también son usados como alimento; el principal componente almacenado en el tubérculo son los hidratos de carbono, cuya fracción está compuesta principalmente por almidón (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis del contenido de hidratos de carbono en cormo de papa china.

Componente	%
Almidón	77,9
Pentosa	2,6
Proteína cruda	1,4
Dextrina	0,5
Azúcares reductores	0,5
Sacarosa	0,1

Fuente: Coursey (1968) y Oyenuga (1968)

Todas las partes del tubérculo no tienen exactamente la misma composición. La materia seca así como el contenido de almidón son más bajos en el ápice que en la base del cormo. Además, la

mayoría de los nutrientes no almidonados del cormo están concentrados en la corteza exterior. La cáscara puede por consiguiente utilizarse como alimento para rumiantes en lugar de ser desechada (Onwueme, 1978).

Tabla 2. Composición química de los tubérculos de papa china (base fresca)

Determinación	%
Humedad	69,1
Cenizas	0,87
Fibra dietética	1,46
Almidón	24,5
Azúcares simples	1,01
Grasa	0,11
Proteína, Nx6.25	1,12

Fuente: Bradbury & Hollowoway (1988)

La hoja de esta planta es nutritivamente rica y contiene aproximadamente 23% de proteína en base de peso seco. Es rica fuente de minerales como calcio, fósforo, hierro, vitamina C, tiamina, riboflavina, y niacina, la hoja de papa china es más rica en proteína y tiamina que la especie *Xanthosoma sagittifolium*, así como en todos los otros nutrientes excepto grasas. La hoja fresca de papa china contiene 80% humedad, mientras el peciolo tiene 94%(Onwueme, 1978).

El sistema radical de la papa china es fibroso y se confina mayoritariamente a la capa superior del suelo. Las raíces de las porciones inferiores del tubérculo son una estructura cilíndrica o esférica que representa el tallo principal de la planta; pueden ser de 30 cm de longitud y 15 cm de diámetro.

Onwueme (1978) y Montaldo (1991) señalan que una característica importante de este cultivo es su alto requerimiento de humedad. La papa china es una planta esencialmente tropical; requiere altas precipitaciones y bien distribuidas (más de

2.000 mm por año) para obtener los mejores rendimientos. Cuando la lluvia es baja el crecimiento del tubérculo se reduce.

Suelos inundados son condiciones de tolerancia para esta planta y de hecho son preferidos en ciertos cultivares. Aparentemente, son capaces de transportar oxígeno de las partes aéreas de la planta a las raíces; esto permite al sistema de raíces respirar y crecer con normalidad. La Papachina prefiere un suelo ligeramente ácido (pH 5,5-6,5), aunque también puede soportar suelos salinos.

Opara (2003) señala que la cosecha se lleva a cabo alzando los cormos a mano. Se usan herramientas como el azadón y machete o cuchillo para quitar la tierra del alrededor del cormo. También se usa palas. Se han estudiado cosechadoras mecánicas experimentales, sin embargo no existe ningún equipo comercial dedicado a la cosecha de papa china (*Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium*).

La condición de las hojas es utilizada como índice de madurez para evaluar el estado de los cormos a la cosecha. La papa china está lista para cosechar, cuando la mayoría de las hojas empiezan a tornarse amarillentas (Onwueme,1978; Montaldo,1991) (Opara,2003).

Al parecer no hay cambios morfológicos en esta planta que indiquen la madurez para la cosecha, pero este estado fisiológico corresponde al momento en que el nivel de azúcar en el cormo es el mínimo (Hashad, Stino & Hinawy 1956).

Metodología

El estudio se realizó en el corregimiento número 8, vereda Zacarías, zona rural del distrito de Buenaventura, la cual se encuentra ubicada a 10 kilómetros del perímetro urbano. Su altitud promedio es 14 msnm con una latitud 3°48'N y longitud 76°44' W, con precipitación media anual de 6.408 mm,

temperatura promedio anual de 25,6-26,1°C; con una máxima de 31,8°C; brillo solar efectiva de 3 horas luz/día y una humedad relativa de 86-88% (Eslava, 1994).

Para realizar las observaciones de los aspectos biofísicos de los sistemas de cultivo, se identificaron dos (2) fincas A (La Princesa) y B (La Vega) con aptitudes agroforestales con las siguientes condiciones.

1. Disponibilidad de acceso, muestreo e información por parte del productor.
2. Áreas del predio sembradas con *papa china* en etapa de cosecha.
3. Diferente tipo de manejo agronómico del cultivo.

En cuanto a las estimaciones del rendimiento de papa china (*Colocasia esculenta* L), se realizaron encuestas a los productores para obtener información sobre el sistema de cultivo y en particular el historial de rendimiento.

La información del reconocimiento del terreno se obtuvo después de un recorrido por medio de transectos a través de los lotes sembrados con papa china, identificando el área total y del cultivo en cada finca y pendiente del terrero; también se tomaron muestras de suelo a 20 cm de profundidad para la determinación de humedad gravimétrica y pH.

Durante cada transecto se identificaron los cultivos asociados y las arvenses antes de la cosecha. Este reconocimiento del terreno se complementa con la información del manejo agronómico suministrado por los productores. Para las valoraciones

agronómicas, se tuvieron en cuenta variables fisiológicas por cada planta: área foliar (cm²), Número hijuelos o brotes, Número de hojas, Número de pseudotallos y variables de rendimiento (diámetro y longitud del tubérculo, volumen de tubérculos (cm³), biomasa del tubérculo (g) y materia seca (%).

El muestreo vegetal se realizó tomando 60 plantas por finca al azar para las variables fisiológicas y 20 para las de rendimiento. Los datos se tomaron en la etapa de cosecha (madurez del cultivo de papa china), teniendo en cuenta condiciones de suelos no saturados de agua. La edad de cada cultivo fue de aproximadamente 7 meses.

Se implementó un análisis comparativo entre las dos fincas para las variables cuantitativas, con el propósito de encontrar la que mejor desarrollo del cultivo tuvo; las herramientas estadísticas fueron un análisis de varianza, prueba de Tukey para comparación de promedios, Prueba no paramétrica de wilcoxon y prueba T.

Resultados y discusión

Aspectos biofísicos de los sistemas de cultivo

Las fincas evaluadas con *C. esculenta* L., mostraron relación con actividades de agroforestería, ya que los productores han establecido sus correspondientes sistemas de cultivo asociados a árboles y arbustos con arreglos espaciales cronológicos, en los cuales coinciden algunas especies, sin embargo en la finca B se identificaron otros materiales sembrados como borojó, yuca y caña de azúcar (Tabla 3).

Tabla 3. Presencia de especies cultivadas en las dos fincas evaluadas

Especies cultivadas	Nombre común	Finca A (La Princesa)	Finca B (La Vega)
<i>Bactris gasipaes</i>	Chontaduro	X	X
<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	X	X
<i>Pouteria caimito</i>	Caimo	X	X
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	X	X
<i>Artocarpus altilis</i>	Árbol del pan	X	X
<i>Theobroma cacao</i>	Cacao.	X	X
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	-	X
<i>Borojoa patinoi</i>	Borojó	-	X
<i>Manihot esculenta</i>	Yuca	-	X
<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar	-	X

Las áreas de cada sistema de cultivo resultaron inferiores a 5 ha con pendiente del terreno de 6 y 2 % para las fincas A y B respectivamente; el área de siembra en los dos casos fue inferior a 200 m². En las propiedades del suelo, la humedad gravimétrica fue mayor en la finca A probablemente por

su textura arcillosa y más baja porosidad comparada con la finca B; en cuanto a la oferta ambiental, el pH del suelo se clasifica como fuertemente ácido para los dos (2) sistemas. Se identifica un mayor contenido de materia orgánica en la finca B (9%) que en la A (6%) (Tabla 4).

Tabla 4. Características del terreno en las dos fincas evaluadas.

Características	Finca A	Finca B
Pendiente %	6	2
Área total (ha)	2 ½	1½
Área de cultivo (m ²)	140	176
pH	4,5	4,6
Humedad del suelo (%)	45,3	30,1
Densidad aparente suelo (g/cm ³)	0,91	0,72
Textura	Arcillosa	Franco Arcillosa
Arcilla (%)	50	35
Porosidad (%)	67	71
Materia Orgánica (%)	6,1	8,2

*Profundidad del muestreo del suelo: 20 cm.

De acuerdo con la textura, en el suelo de la finca A (La princesa) es notable el alto contenido de arcilla (50%) y los valores de densidad aparente también fueron superiores a la finca B.

La descripción del manejo agronómico en cada finca se resume en la tabla 5, donde se resalta la finca B por el manejo de arvenses, preparación del terreno para la siembra, menor densidad de siembra y la práctica del deshoje.

Tabla 5. Manejo agronómico del cultivo de papa china en las dos fincas evaluadas

Actividad	Descripción	
	Finca A	Finca B
Preparación del terreno	Limpieza en la superficie del suelo con machete y siembra al mismo tiempo	Limpieza, pasa rastrillo y establece un tiempo de cinco días para la siembra
Densidad de siembra	12500 plantas/ ha	10000 plantas/ ha
Fertilización	No	No
Control de arvenses	2 veces por ciclo	3 veces por ciclo
Deshoje	No	si
Drenaje del suelo	Si	Si
Forma de cosechar	Manual	Con herramienta(palín)

La siembra se realiza con la misma metodología de Montaldo & Pinedo (1975), es decir, enterrando las semilla entre 7 a 10 cm de profundidad; el momento de la cosecha se realiza a los 7 meses de la siembra de la plántula y con siembra de corno a los 9 meses, el cual coincide con lo reportado por Mosquera & Cárdenas (2008); según la información de los productores, el aspecto o característica física

de la planta para ser cosechada se aprecia cuando las hojas inferiores se tornan amarillentas y los tubérculos se cierran en la parte superior.

En cuanto a la vegetación de los lotes de siembra, se encontró diversidad de arvenses (Tabla 6), evidenciándose mayor presencia de especies en la finca A.

Tabla 6. Vegetación acompañante (arvenses) en el cultivo de papa china en las dos fincas evaluadas

Finca A (La Princesa)	Nombre común	Finca B (La Vega)	Nombre común
<i>Oryza latifolia</i>	Arroz pato	<i>Geophylla macropoda</i>	Oreja de ratón
<i>Cassia tora</i>	Bicho	<i>Polypodium sp</i>	Helecho
<i>Ipomoea grandifolia</i>	Churrystate, camote	<i>Phyllanthus Niruri</i>	Viernes santo
<i>Ipomoea purpurea</i>	Churrystate, camote	<i>Clidemia capitellata</i>	Mortiño, Lanosa
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	Clavito	<i>Clidemia rubra</i>	Mortiño, Bollo
<i>Ludwigia longifolia</i>	Clavito	<i>Commelina diffusa</i>	Siempre viva, Ramatillo
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Clavito	<i>Imperata cylíndrica (L)</i>	Carrizo
<i>Cyperus ferax</i> <i>C. odoratus</i>)	Coyolillo	<i>Achyranthes indica</i>	Pega pega
<i>C. luzulae</i>	Cortadera de botón,	<i>Piper aduncum</i>	cordoncillo
<i>Commelina diffusa</i>	Viva, cangrejo.	<i>Huperzia linifolia (L.)</i>	Helecho
<i>Sida acuta</i>	Escobilla	<i>Pteridium aquilinum (L.)</i>	Helecho
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Kudzú	<i>Canna liliflora Warsz</i>	Caña de la india, caña coro
<i>Urera baccifera</i>	Ortiga	-----	-----
<i>Homolepsis aturensis</i>	Paja amarga	-----	-----
<i>Photomorphe peltata</i>	Santa María	-----	-----
<i>Phyllanthus niruri</i>	Tamarindillo	-----	-----
<i>Trichanthera gigantea</i>	El nacedero	-----	-----
<i>Adiantum tricholepis Fée</i>	helecho	-----	-----
<i>Cecropiate lenitida Cuatrec</i>	Yarumo	-----	-----
<i>Aloysia citriodora</i>	cedrón, berbén	-----	-----
<i>Achyranthes indica</i>	Pega pega	-----	-----

Variables fisiológicas al momento de la cosecha

De acuerdo a la prueba de comparación de promedios (Tukey) existen diferencias significativas entre las dos fincas evaluadas para la variable

área foliar, donde la finca B (La Vega) obtuvo el mayor valor (965.08 cm²) mientras que la finca A (La Princesa) menor área (579.73 cm²); estos valores son superiores a los reportados por Angulo, Carillo & Karol (2009), donde se tuvieron bajo

condiciones hidropónicas en el municipio de Buenaventura y con tratamiento de fertilización.

Tabla 7. Área foliar de las plantas para las dos fincas evaluadas al momento de la cosecha.

Nombre de la finca	Número de datos	Área foliar (cm ²)
Finca B(La Vega)	180	965.08 a
Finca A(La Princesa)	180	579.73 b

Nota: medias con diferente letra son significativamente diferentes.

Algunos autores señalan que dentro de una misma especie las diferentes variedades, razas, cultivares o genotipos pueden exhibir variaciones significativas en su capacidad para interceptar la radiación solar porque ello depende de la magnitud del área foliar, del arreglo espacial de las hojas y de la evolución de los estadios fenológicos, es decir de los cambios fisiológicos y morfológicos por los que atraviesa la planta durante su ciclo genético Boote, Kropff & Brindaban, 2001 Singh, 1991 y White, 1985).

Según Ezumah & Plucknett (1973) indican una marcada presencia de clones con altos índices de área foliar obtenidos en la etapa de máximo crecimiento del follaje de los que dependen los mayores rendimientos.

El análisis para el número de hojas por planta de papa china, no encontró diferencias estadística para las fincas evaluadas (Tabla 8), sin embargo, el mayor promedio con respecto a la número de hojas por planta correspondió a la finca B (4,86), mientras que para la finca A se obtuvo el menor promedio (4,15). Estos valores son similares a los reportados por Peñafiel en 2009, donde analizó el efecto de la aplicación edáfica del silicio en

diferentes dosis, en el cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta*) en combinación con dos niveles de abono orgánico.

Tabla 8. Número de hojas por planta para las dos fincas evaluadas al momento de la cosecha

Identificación finca	Numero de datos	Numero de hojas/planta
Finca A (la princesa)	60	4,15 (a)
Finca B (la vega)	60	4,86 (a)

Nota: Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 95%

El número de pseudotallos promedio producido por las dos fincas evaluadas, indican que en esta variable no se encontraron diferencias estadísticas (Tabla 9), concordando con Smith (1976) que este número de tallos primarios y secundarios son una característica muy importante en la contribución del tamaño y peso de los tubérculos.

Tabla 9. Número de pseudotallos para las dos fincas evaluadas al momento de la cosecha

Identificación	Número de datos	Número de pseudotallos/planta
Finca A (la princesa)	60	4,6 (a)
Finca B (la vega)	60	5,0 (a)

Nota: Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 95%

Considerando variables de rendimiento, en la Figura 2 se aprecian los volúmenes de tubérculos para cada una de las fincas evaluadas donde el mayor valor fue encontrado en la finca B, (La Vega) con 2419 mm³ que en la finca A (La Princesa) con 803 mm³.

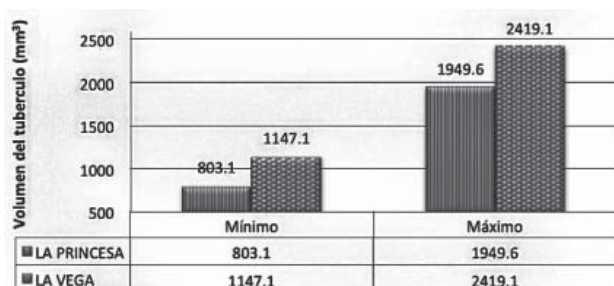


Figura 2. Volumen del tubérculo de papa china (*Colocasia esculenta*) para las dos fincas evaluadas

En los valores de la variable biomasa fresca que se ilustran en la Figura 3, se presentó mayor valor en la finca B con 1387 g, mientras que la finca A alcanzó un promedio de 1087 g (nivel de confianza del 95%). Esto coincide con lo obtenido por

Onwueme (1978) en el cual relacionó rendimientos bajos en función con el desarrollo foliar, siendo generalmente de 1,5 a 2,0 kg /m². Se encontró que varían considerablemente de un lugar a otro, dependiendo de las condiciones bajo las que fueron producidos y los métodos usados para la producción pudiendo alcanzar un rendimiento de 5.5 t.ha⁻¹.

Los pesos de los tubérculos son más bajos comparados con Enríquez & Mairena (2011), quienes reportaron plantas de 9 meses con mayor peso promedio (2478.50 g) y rendimiento de (45,14 t ha⁻¹) que las plantas de 7 meses pero sin diferencias estadísticas. Ambos tipos de plantas desarrollaron tubérculos de similar longitud (Tabla 10).

Tabla 10. Peso, longitud, ancho del tubérculo y rendimiento de papa china al momento de la cosecha.

Tratamiento	Peso(g)	Largo(cm)	Ancho(cm)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
9M	2478.50 a	26.10 a	15.10 a	45.14 a
7M	2332.00 a	26.50 a	13.50 b	42.47 a
CV	35.60	23.50	22.00	

Medidas en columnas con igual letra son estadísticamente iguales entre sí según prueba de separación de medidas por Tukey(a= 0.05)

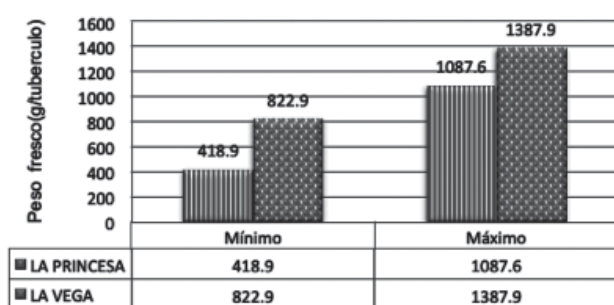


Figura 3. Biomasa del tubérculo con cáscara de papa china (*Colocasia esculenta*) para las dos fincas evaluadas.

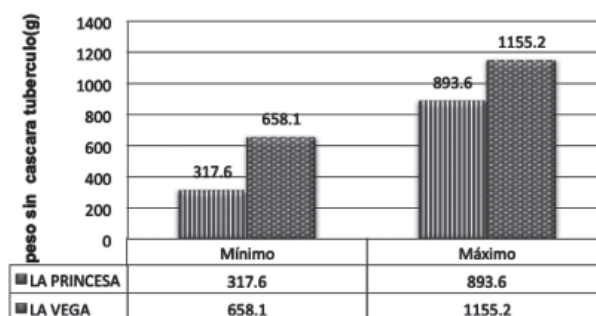


Figura 4. Peso sin cáscara del tubérculo de papa china (*Colocasia esculenta* L) para las dos fincas evaluadas (Nivel confianza del 95%).

Con los pesos de tubérculos de papa china sin cáscara, se encontró una relación directa con la biomasa total, observándose también el máximo valor para la finca B con 1155,2 g y el resultado más bajo para la finca A con 658,1g (Figura 4).

En la Figura 5 se ilustra la estimación del rendimiento por cada metro cuadrado, donde la finca B obtuvo mayor valor en comparación con la finca A y lo reportado en otras regiones del mundo como islas Hawái y Fiji (Warid, 1970).

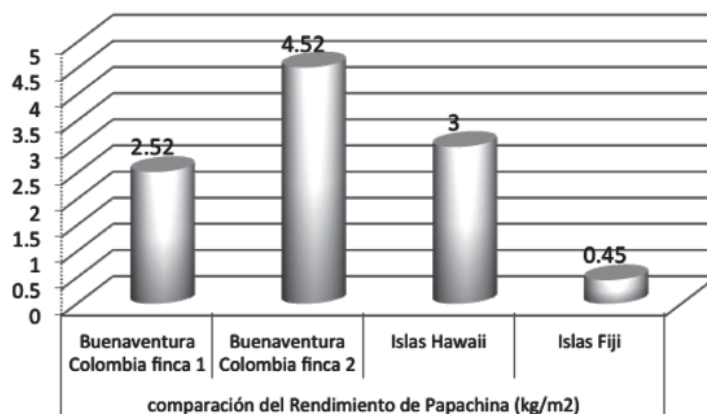


Figura 5. Reporte del rendimiento de papa china (*Colocasia esculenta* L) en diferentes condiciones ambientales.

En el análisis de la materia seca, Enríquez & Mairena (2011) reportaron valores del tubérculo de 30,7% para plantas de siete meses y 32,5% para

9 meses de edad; estos registros están por debajo de los obtenidos en la presente investigación (Tabla 11).

Tabla 11. Materia seca de tubérculos de papa china para las dos fincas evaluadas al momento de la cosecha

Materia seca de tubérculos (%)				
Identificación	Número datos	Media	Mínimo	Máximo
finca A (la princesa)	60	39.18 a	35.48 a	45.00 a
finca B (la vega)	60	39.60 a	33.07 a	46.06 a

Nota: Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 95%

No obstante, estos valores son inferiores a los reportados por Quiñones 2010, donde se realizó una caracterización agro-morfológica de tres variedades de papa china (*Colocasia esculenta* L.) Schott en Zacarías zona rural de Buenaventura, siendo de 43,5% en la misma variedad de este trabajo;

Según Ararat, Labrador & Salazar (2005), la estrategia del trasplante puede ser una opción válida para asegurar el establecimiento inicial de una adecuada población de plantas cuando las condiciones del medio no garanticen suelo húmedo o interferencia de especies espontaneas para obtener mayores rendimientos del tubérculo, siendo esta última condición la más incidente en este caso de estudio.

Con esto se logra consolidar la necesidad de implementar buenas prácticas para la fertilidad del suelo y el itinerario de técnicas en las labores del manejo integrado del cultivo con el fin aumentar el rendimiento de la biomasa del tubérculo en sistemas agroforestales del trópico húmedo.

Conclusiones

En la identificación preliminar de las características del suelo se pudo reconocer que las condiciones y la oferta ambiental de las dos fincas reúnen tipologías para obtener buen desarrollo de la papa china, siendo la finca B (La Vega) la que registró los mayores valores de rendimiento según los parámetros evaluados (biomasa, volumen del tubérculo y materia seca total).

Algunas repuestas fisiológicas muestran una tendencia favorable en la finca B (la Vega) como por ejemplo el área foliar con diferencias estadísticamente significativas (965 cm²); esta condición puede estar relacionada por una alta capacidad fotosintética y un bajo costo respiratorio para obtener la biomasa del tubérculo; adicional a esto, las labores ejecutadas como el mayor número de control de arvenses por ciclo, menor densidad de plantas y la práctica del deshoje.

Es recomendable realizar estudios sobre las condiciones del suelo y zonas homogéneas para establecer o relacionar el aumento o disminución de la producción de biomasa, ya que algunos parámetros de la finca A pueden limitar el rendimiento de la planta como por ejemplo el pH (fuertemente ácido), alto contenido de arcilla (50%) y menor materia orgánica (6,1%).

Literatura citada

1. Angulo, K. (2009). Evaluación de la deficiencia de nitrógeno, fósforo y potasio en papa china (*Colocasia esculenta*) cultivada bajo condiciones hidropónicas en el municipio de Buenaventura-Valle del Cauca. Universidad del Pacífico.
2. Ararat, J. E., Labrador, N. & Salazar, A. (2005). Estudios Agronómicos y botánicos de especies promisorias para uso como forraje: El Bore *Xanthosoma sagittifolium*. Proyecto 01CG0007 Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira
3. Bradbury, D. & Holloway, W. (1988). Chemistry of tropical root crops. ACIAAR, Canberra.
4. Boote, K., Kropff, M. & Bindraban, P. (2001). Physiology and modeling of traits in crop plants: Implications for genetic improvement. *Agric. Syst.* 70:395-420.
5. Coursey, D. (1968). The edible aroids. *World Crops*. pp: 25-30.
6. Eslava, J. (1994). Climatología del Pacífico Colombiano. Academia Colombiana de ciencias Geográficas. Bogotá.
7. Enríquez, D. & Mairena, E. (2011). Efecto de dos condiciones de humedad del suelo y tiempo de cosecha sobre el rendimiento de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) para exportación, Boca- Nicaragua 2011. (Tesis de pregrado). Managua.: Universidad Nacional Agraria. Facultad de agronomía.
8. Ezumah, H. & Plucknett, D. (1973). Response of taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, to water management, plot preparation and population. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops Ibadan – Nigeria.
9. Freire B. (2012). Entrevista al Ingeniero Bolívar Freire, en CODEAMA. Puyo-Pastaza
10. Hashad, M. N., Stino, K. & El, H. (1956). Transformation and translocations of carbohydrates in taro plants during storage. *Ann. Agr. Washintong* D. C.
11. Mcewan, R. (2008). *Colocasia esculenta*. PhD Thesis. University of Zululand, p 28-35.
12. Montaldo, A. (1991). Cultivos de Raíces y Tubérculos Tropicales. Editorial IICA. Costa Rica pp: 13-67.
13. Montaldo, A. & Pinedo, M. (1975). Tipos de Cultivos – Hortalizas Amazónicas – Name 1991. Ecuatorial páginas. Apoyo Agro Tecnología innovación. Agrícola Cultivos. p.131- 162.
14. Mosquera, E. & Cárdenas, D. (2008). Sectores de mayor producción de papa china de las provincias amazónicas. Gobierno provincia de Pastaza.
15. Peñafiel, M. (2009). Efecto de la aplicación edáfica del silicio en diferentes dosis, en el cultivo de la papa china (*Colocasia esculenta*) en combinación con dos niveles de abono orgánico. (Tesis de pregrado ingeniería agropecuaria) Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui, 13 de abril.
16. López, M., Vásquez, E. & López, F. (1995). Raíces y tubérculos, Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 2. Malanga, pág. 98-162. Cuba.
17. Onwueme, I. (1978). Tropical Tuber Crops. John Wiley and Sons. New York EE.UU. pp: 199– 225.
18. Opara, L. (2003). Edible aroids: Post - Harvest Operation. Edited by AGST/FAO: Danilo Mejía, PhD, FAO (Technical)
19. Oyenuga, V. (1968). Nigeria's foods and feeding stuffs. University of Ibadan press. Ibadan – Nigeria.
20. Peña, R. de la (1970). The edible aroids in the Asia – Pacific area. In 2nd International Symposium on Tropical Root Crops. University of Hawaii, College of Tropical Agriculture. Honolulu – Hawaii, Proceeding v. 1: 136 – 140.
21. Quiñonez, Candelo, Elizabeth. (2010). Caracterización agromorfológica de tres variedades de papa china (*Colocasia esculenta* (L) Schott), en Zacarías zona rural de Buenaventura. Universidad del Pacífico.
22. Smith, O. D. (1976). Potatoes production storage and processing. De AVI Publishing Company. Inc. U.S.A. pp. 199-206.
23. Singh, S. (1991). Bean genetics. In: A van Schoonhoven and O Voysest (eds.) Common beans: Research for crop improvement. CAB International/CIAT, Wallingford. UK. 199-249.
24. Warid, W. (1970). Trends in the production of taro in Egypt. In 2nd Internacional Symposium on Tropical Root Crops. University of Hawaii, College of tropical Agriculture. Honolulu – Hawaii. Proceedings v. 1: 141 - 142.
25. White, J. (1985). Conceptos básicos de fisiología vegetal del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). In: M. López, F. Fernández y A. van Schoonhoven, (eds.) Frijol: Investigación y Producción. CIAT. Cali, Colombia. 43-57.

Recibido: 09 de abril de 2014
Aceptado: 14 de mayo de 2014

Evaluación de condiciones actuales del corredor ripario del río Chisacá (Bogotá, Colombia) con el fin de identificar estrategias para su restauración

Evaluation of actual conditions of the riparian corridor of Chisacá River (Bogotá, Colombia) in order to identify strategies for its restoration

Avaliação das condições atuais do corredor ripário do rio Chisacá a (Bogotá, Colômbia), a fim de identificar estratégias para a restauração

Raúl Gonzalo García Vargas

Ingeniero forestal, Mágister en Gestión Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD); Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA), Bogotá, Colombia

raul.garcia@unad.edu.co,

Resumen

En esta investigación se evaluó el bosque ripario del río Chisacá (Bogotá, Colombia) mediante una adaptación de la metodología planteada en el Índice RFV (Riparian Forest Evaluation), la cual se basa en la valoración de la continuidad longitudinal, transversal y temporal del bosque, así como en la valoración de su estructura. Previamente el área de estudio fue dividida en tres zonas según sus condiciones biofísicas: páramo, subpáramo y bosque alto andino. La agregación de los cuatro parámetros del índice permitió determinar las áreas del corredor ripario, en cada zona, con calidad muy buena, buena, moderada, pobre y mala. Los resultados evidenciaron que la zona cuyo bosque ripario posee mejores condiciones es la de páramo, con cerca del 95% de su extensión en estado muy bueno y la necesidad de implementación de acciones de protección, mientras que la zona de bosque alto andino es la que cuenta con bosque ripario de condiciones más deterioradas, con más del 65% de su extensión en estado

malo y la necesidad de implementar acciones de recuperación y rehabilitación. Dado que el nivel de deterioro está asociado a las actividades agropecuarias, cualquier acción de restauración debe contemplar el reconocimiento de los recursos forestales nativos como estrategia para identificar las posibilidades de vinculación de los recursos naturales locales en nuevos modelos productivos, la reconversión de los sistemas productivos tradicionales a modelos más sostenibles y la participación comunitaria como elemento importante para el éxito de cualquier proceso de restauración ecológica.

Palabras clave: bosque ripario, restauración, evaluación, especies nativas, páramo, subpáramo, bosque alto andino

Abstract

In this research the riparian forest of Chisacá river (Bogotá, Colombia) was evaluated through an adaptation of the methodology formulated in the RFV index (Riparian Forest Evaluation), which is based in the valuation of longitudinal, transversal

and temporal continuity of the forest, as well as the valuation of its structure. Previously, the area of study was divided into three zones according to their biophysical conditions: paramo, sub-paramo and high andean forest. The aggregation of the four index parameters allowed determining the areas of the riparian corridor, for each zone, with really good, good, bad, moderate, poor and bad quality. The results showed that the zone whose riparian forest possesses better conditions is the paramo zone, with around 95% of its extension in good state and the necessity of implement protection actions, while that the high andean forest zone counts with the most damaged riparian forest, with more than 65% of its extension in a bad state and the necessity of implement recovery and rehabilitation actions. Because of the degree of deterioration is associated to agricultural activities, any restoration action must contemplate the native forest resources acknowledge as an strategy to identify the possibilities of natural local resources link in new productive models, the reconversion of traditional productive systems into more efficiency models and the community participation as an important element to the success of any ecological restoration project.

Key-words: riparian forest, restoration, evaluation, native species, paramo, sub-paramo, high andean forest

Resumo

Na presente pesquisa, foi avaliada a mata ciliar

do Rio Chisacá (Bogotá, Colômbia) utilizando uma adaptação da metodologia proposta no Índice RFV (Riparian Forest Evaluation), que é baseada na valoração da continuidade longitudinal, transversal e temporal florestal, bem como na avaliação de sua estrutura. Anteriormente a área de estudo foi dividida em três zonas de acordo com as suas condições biofísicas: páramo, subpáramo e alta da floresta andina. A agregação dos quatro parâmetros de índice permitiu determinar as áreas de zona ripária, em cada localidade, com qualidade muito boa, boa moderado, pobre e má. Os resultados mostraram que a área cuja mata ciliar tem melhores condições é o páramo, com cerca de 95% do seu tamanho em estado muito bom e a necessidade de implementar ações de proteção, enquanto a área de floresta alta andina é que mata ciliar tem condições de deterioração, com mais de 65% do seu comprimento em mau estado e a necessidade de implementar atividades de recuperação e reabilitação. Uma vez que o nível de comprometimento é associado com atividades agrícolas, qualquer ação corretiva deve incluir o reconhecimento dos recursos florestais nativos como uma estratégia para identificar oportunidades para vinculação de recursos naturais locais em novos modelos de produção, a conversão dos sistemas produtivos tradicional para modelos mais sustentáveis e participação comunitária como elemento importantes para o sucesso de qualquer processo de restauração ecológica.

Palavras-chave: mata ciliar, restauração, avaliação, espécies nativas, páramo, subpáramo,

floresta alta andina

Introducción

El Distrito Capital de Bogotá estableció su Estructura Ecológica Principal (EEP) como una red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través de su territorio (Decreto 364 de

2013, Art. 17). La cuenca alta del río Tunjuelito formada por las microcuencas de los ríos Chisacá, Curubital y Mugroso es una parte fundamental de esta EEP en razón a que es el límite natural entre el páramo de Sumapaz y la sabana de Bogotá y es un área que provee de bienes y servicios ambientales a un importante segmento de la población bogotana, sin embargo, sus ecosistemas nativos

se han transformado en un mosaico de parches debido a la intervención antrópica (Barrera, Contreras, Garzón & Moreno, 2010).

El caudal de río Chisacá, junto con el del río Mu-groso, es empleado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá para abastecer de agua potable a cerca del 10% de la población bogotana (Osorio, 2007). Durante su recorrido, atraviesa zonas pertenecientes a ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque alto andino, donde, desde finales del siglo XIX, se han venido desarrollando progresivamente actividades agropecuarias que han influido marcadamente en la configuración actual del paisaje (Barrera *et al.*, 2010).

Con relación, específicamente a las comunidades vegetales asociadas a los cauces de los ríos y su relación con la protección del recurso hídrico, es factible resaltar lo que Olson *et al.* (2000) entienden por bosques riparios, señalándolos como ecosistemas que se encuentran inmediatamente a ambos lados de quebradas y ríos, incluyendo los bancos aluviales, humedales y terrazas de inundación, las cuales interactúan con el río en tiempos de crecidas o inundaciones (Olson *et al.*, 2000). Son también sistemas complejos que cumplen una función importante en la medida que actúan como sistemas depuradores, al evitar la erosión de las riberas, amortiguar el ingreso de sustancias contaminantes y regular la temperatura y la entrada de luz, lo cual repercute en la estructura y la dinámica de los diferentes niveles tróficos que componen el sistema ripario (Kutschker, Brand & Miserendino, 2009). Junto con las cercas vivas, los bosques riparios favorecen la presencia y el tránsito de animales entre parches de vegetación nativa en paisajes fragmentados lo cual se constituye en una estrategia para la conservación de la biodiversidad (Cameron, Gillies & Cassady, 2008).

La interacción del hombre con el medio natural deja como resultado la transformación de los tipos de cobertura que el suelo tiene originalmente, generando nuevos tipos de cobertura artificial

que presentan características particulares. A este respecto Petraglia (2008) define la cobertura de la tierra como el recubrimiento o cubierta biofísica que se observa sobre la superficie terrestre. Incluye la vegetación y elementos antrópicos, así como roca, suelo desnudos y cuerpos de agua. Igualmente define uso de la tierra como las actividades que el hombre emprende en un cierto tipo de cobertura de la tierra para producir, cambiarla o mantenerla. Establece una relación directa entre la cobertura de la tierra y las acciones del hombre en su medio ambiente (Petraglia, 2008).

El bosque ripario del río Chisacá presenta actualmente una configuración diversa respecto de los tipos de cobertura del suelo. Si bien, en gran parte de la zona de páramo se puede apreciar la cobertura vegetal natural, en las zonas de subpáramo y de bosque alto andino se ha perdido en gran medida la cobertura original, la cual ha sido reemplazada por pastizales y cultivos (Cuta, 2014).

Con relación a las posibilidades de acción para mejorar las condiciones de los ecosistemas degradados, Vargas (2007) define la restauración ecológica como el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas nativos de una región. Las dinámicas naturales deben dirigirse a la recuperación de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, según las condiciones actuales que presenta el ecosistema que se pretende restaurar (Vargas, 2007). En este contexto, la valoración de las condiciones actuales del bosque ripario, es una labor indispensable en la tarea de identificar las acciones que se deben implementar para tratar de recuperar la estructura y funcionalidad de las coberturas naturales.

Para Vargas (2007), el proceso de restauración puede ser entendido de dos formas en razón a la relación que este tenga con la acción humana. Se hace referencia a *restauración pasiva* cuando los ecosistemas están en la capacidad de regenerarse por sí mismos, siempre y cuando no existan

barreras que impidan esta regeneración, es decir, cuando no hay factores que incidan negativamente en el proceso de regeneración natural. La restauración pasiva se refiere a que en un ecosistema degradado, al eliminar los factores tensionantes o los disturbios que impiden su regeneración, se restaurará sólo. Vargas considera también que la *restauración activa*, es aquella que se requiere cuando los ecosistemas están muy degradados y no pueden regenerarse por sí solos. Este es un proceso muy lento debido a que la dinámica de regeneración con frecuencia se desvía o se detiene; por este motivo es necesario implementar estrategias para lograr su recuperación (sucesión dirigida o asistida). En este tipo de restauración es necesario asistir al ecosistema para garantizar que se puedan desarrollar procesos de recuperación en sus diferentes fases y de esta forma superar las barreras que impiden la regeneración (Vargas, 2007).

Por otra parte, la Society for Ecological Restoration SER considera que la *rehabilitación*, tal como la restauración, comparten un enfoque fundamental sobre los ecosistemas preexistentes como modelos de referencia, pero las dos actividades difieren en sus metas y estrategias. La rehabilitación procura la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema, mientras que los propósitos de la restauración, también incluyen el restablecimiento de la integridad biótica en términos de composición de especies y estructura comunitaria (SER, 2004). Con relación al mismo término, Ignacio Barrera considera que en la *rehabilitación ecológica* se busca llevar el sistema degradado a otro que puede ser similar o no al pre-disturbio. En este caso el sistema debe ser autosostenible, pero puede prestar otros servicios diferentes al de la preservación de las especies y del sistema en general, tales como: oferta de maderas y otras materias primas, regulación hídrica, recreación pasiva, regulación de la erosión y almacenamiento de materia orgánica (Barrera *et al.*, 2010).

El término *recuperación* es entendido por Orlan-

do Vargas como el proceso mediante el cual se busca el retorno más a un estado de utilidad que a su estado original. Se reemplaza un ecosistema degradado por otro productivo, pero estas acciones no llevan al estado original. En este sentido, este término se puede emplear para identificar acciones que permiten devolver a un sitio algunas de sus funciones para permitir el establecimiento de un ecosistema nuevo. Este término ha sido muy utilizado en la recuperación de minas a cielo abierto (Vargas, 2007).

El proceso de restauración de ecosistemas está supeditado a la presencia de factores tensionantes y factores limitantes. La “Guía técnica para la restauración de áreas de ronda y nacederos del Distrito Capital” define los *factores tensionantes* como aquellos que se introducen en el ecosistema y restringen la entrada de energía a éste o a uno de sus componentes, o aumenta las pérdidas, deteriorando las reservas en cada componente y los flujos entre ellos (Jarro, 2004). Por su parte, la misma guía considera los *factores limitantes* para la restauración como condiciones propias del medio que limitan o restringen el desarrollo del ecosistema por cuanto generan reducción en las tasas de crecimiento y desarrollo de la vegetación, lo cual retrasa el proceso de sucesión vegetal y altera el flujo de energía en el ecosistema (Jarro, 2004).

En cuanto a las metodologías para evaluar el estado de los bosques de ribera, la revisión bibliográfica deja entrever que los investigadores han creado varios instrumentos que les permiten evaluar diferentes parámetros biológicos y morfológicos tanto del lecho del río como de la zona inundable. Las diferencias entre uno y otro instrumento propuesto, radican en las particularidades que pretenden evaluar cada uno de los investigadores.

Uno de estos instrumentos de evaluación es el índice QBR (Qualitat del Bosc de Ribera) propuesto por Munne *et al.* (2003) el cual integra aspectos morfológicos y biológicos del río y su zona inundable, utilizándolas para evaluar la ca-

lidad ambiental de las riberas. Se estructura a partir de los siguientes componentes: grado de cubierta vegetal de las riberas, estructura vertical de la vegetación, calidad y diversidad de la cubierta vegetal y grado de naturalidad del canal fluvial (Munne *et al.*, 2003). Otro instrumento es el índice RQI (Riparian Quality Index) propuesto por Gonzalez del Tango y otros investigadores en el año 2006, se centra en el reconocimiento visual con base hidro-morfológica del estado ecológico de las riberas. El estado ecológico es analizado mediante una serie de atributos, cuya valoración se lleva a cabo en relación a condiciones de referencia preestablecidas, que varían según la tipología del plano fluvial correspondiente. Este índice contempla como factores de evaluación la continuidad longitudinal de la vegetación riparia natural, el ancho del espacio ripario con vegetación natural asociada al río, la composición y estructura de la vegetación riparia y el nivel de regeneración natural de la vegetación riparia, el grado de naturalidad de las orillas, la conectividad lateral de la ribera con el cauce, la permeabilidad y el grado de alteración del relieve y suelo ripario (Gonzalez del Tango *et al.*, 2006).

Otro índice empleado es el propuesto por Gutierrez, Salvat & Sabater (2001) denominado Índice IVF (Índice de Vegetación Fluvial) el cual corresponde a un instrumento de evaluación detallada del componente florístico que integra la información que ofrece el conjunto de especies vegetales que ocupan el corredor ripario. El índice IVF se basa en la agregación ponderada del recubrimiento de las comunidades y especies presentes y de la puntuación que se asigna a cada una de las especies a partir de su carácter más o menos natural. Todos los taxones se clasifican en seis categorías de diferente significado auto-ecológico, según si señalan condiciones ruderales o nitrogenadas, si son plantas alóctonas, o si corresponden a ambientes de ribera bien conservados (Gutierrez, Salvat & Sabater, 2001).

La presente investigación se orientó a la evaluación del corredor ripario del río Chisacá a partir

del análisis del Índice de Evaluación del estado de Bosque de Ribera (RFV) (Riparian Forest Evaluation). El índice RFV se basa en la valoración de la continuidad espacial del bosque de ribera en sus tres dimensiones (longitudinal, transversal y vertical) y de la continuidad temporal del bosque, representada por la regeneración natural de la vegetación, garante de su continuidad futura, a partir de la agregación directa del valor de esos cuatro elementos. Este índice es funcional para ríos permanentes, por cuanto las singularidades hidro-morfológicas y ecológicas de los ríos temporales, intermitentes y efímeros aconsejan la utilización de indicadores asociados a las características específicas de cada cauce (Magdaleno, Martínez & Roch, 2010).

Paralelamente se identificaron a lo largo del corredor ripario los factores tensionantes que han influido en la configuración actual del corredor, así como los factores que podrían limitar posibles estrategias de restauración. Todo lo anterior permitió, finalmente, la identificación de algunas pautas para la protección y restauración de las coberturas nativas según el estado encontrado para el corredor ripario a lo largo del río Chisacá.

Materiales y métodos

El primer paso consistió en la zonificación del área de estudio teniendo en cuenta el gradiente altitudinal, así: zona de páramo (3.550 a 3.701 msnm), zona de subpáramo (3.400 a 3.550 msnm) y zona de bosque alto andino (3.131 a 3.400 msnm). El segundo paso consistió en la definición de estratos sobre el corredor ripario, según la densidad de la vegetación de ribera, a partir de la información proporcionada por imágenes satelitales. Para este fin se emplearon imágenes de Google earth, las cuales permitieron avistamiento de la zona a una escala aproximada de 1:5000. Los estratos definidos fueron: *corredor ripario denso*, con muy baja presencia de parches claros los cuales no superan el 30 % del área correspondiente a la zona observada; *corredor ripario medio*, con presencia de

bosque combinado con claros, los cuales abarcan entre el 31% y el 70% del área y *corredor ripario difuso*, con muy poca presencia de bosque ripario y el área clara es mayor al 70 % del área total de la zona. El tercer paso fue la caracterización de los tipos de cobertura sobre el corredor ripario del río Chisacá con el fin de identificar los principales tipos de usos a los que está siendo sometido el suelo y los factores tensionantes y limitantes para adelantar procesos de restauración ecológica.

Para la valoración del estado del bosque en cada estrato, se adaptó la metodología presentada por Magdaleno, Martínez & Roch (2010) correspondiente al índice RFV, que se basa en la valoración de la continuidad espacial del bosque de ribera en las dimensiones longitudinal, transversal y vertical y en la valoración de la continuidad temporal del bosque, representada por la regeneración natural de la vegetación. Todos los componentes de continuidad que evalúa el índice RFV son determinados de manera relativa al ancho del río; de tal manera que el ancho del corredor ripario a evaluar en cada margen sería igual al ancho del río en ese punto y el largo del tramo se definió como 10

veces el ancho promedio del río para ese tramo. Cada tramo se subdividió en cinco secciones para facilitar la obtención del ancho promedio del río y la aplicación del índice RFV (ver Figura 1).

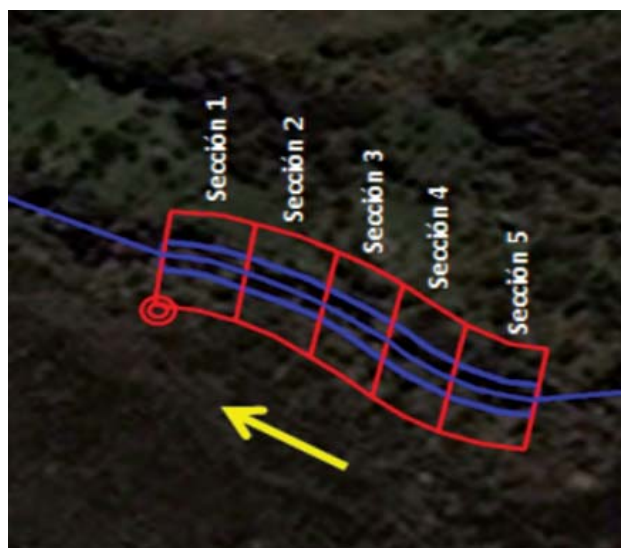


Figura 1. Definición de tramos en el área de estudio para la aplicación del índice RFV

Para su aplicación se seleccionaron tramos representativos en cada zona para cada tipo de estrato

y posteriormente se evaluó cada una de las márgenes del río en los tramos seleccionados.

En la Tabla 1 se presentan los criterios de valoración tenidos en cuenta en la aplicación del índice RFV.

Tabla 1. Criterios de valoración tenidos en cuenta en la aplicación del índice RFV.

PARÁMETRO	CRITERIO	VALOR
Continuidad longitudinal	Menos de un 30% de la longitud de las riberas del cauce están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	1
	Entre un 30 y un 50% de la longitud de las riberas del cauce están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	2
	Entre un 51 y un 70% de la longitud de las riberas del cauce están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	3
	Entre un 71 y un 90% de la longitud de las riberas del cauce están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	4
	Más del 90% de la longitud de las riberas del cauce están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	5

...continuación Tabla 1

PARÁMETRO	CRITERIO	VALOR
Continuidad transversal	Menos de un 30% de la longitud de las secciones están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	1
	Entre un 31 y un 50% de la longitud de las secciones están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	2
	Entre un 51 y un 70% de la longitud de las secciones están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	3
	Entre un 71 y un 90% de la longitud de las secciones están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	4
	Más del 90% de la longitud de las secciones están cubiertas por bosque de ribera autóctono.	5
Complejidad	En bosque alto andino y subpáramo. Pies aislados, en su mayor parte de especies alóctonas. Dominancia de especies nitrófilas y ruderales. En páramo. Pies aislados de las especies arbustivas y rosetas nativas. Dominancia de especies alóctonas, nitrófilas y ruderales.	1
	En bosque alto andino y subpáramo. Bosques muy claros con abundancia de especies alóctonas, nitrófilas y ruderales, sin apenas sotobosque. En páramo. Vegetación arbustiva autóctona muy rala, con presencia puntual de rosetas y herbáceas típicas de la zona, con abundancia de especies alóctonas, nitrófilas y ruderales.	2
	En bosque alto andino y subpáramo. Bosques claros de especies autóctonas y alóctonas, con escaso sotobosque, y presencia notoria de especies nitrófilas y ruderales. En páramo. Vegetación arbustiva rala con escasa presencia de rosetas y herbáceas típicas de la zona, y presencia notoria de especies nitrófilas y ruderales.	3
	En bosque alto andino y subpáramo. Bosques densos de especies autóctonas, con sotobosque formado por pocas especies arbustivas, escasez de especies lianoides, nemorales y epífitas. Presencia puntual de algunas especies nitrófilas y ruderales, o de algunas especies alóctonas. En páramo. Vegetación arbustiva densa con presencia de herbáceas y rosetas típicas de la zona. Presencia puntual de algunas especies nitrófilas y ruderales, o de algunas especies alóctonas.	4
	En bosque alto andino y subpáramo. Bosques muy densos de especies autóctonas, con sotobosque formado por diferentes especies arbustivas, y presencia de especies lianoides, nemorales y epífitas. En páramo. Vegetación muy densa de especies autóctonas de páramo con presencia muy frecuente de los arbustos, rosetas y herbáceas típicas de la zona. Se presentan claros únicamente por presencia de rocas propias del lugar.	5

...continuación Tabla 1

PARÁMETRO	CRITERIO	VALOR
Regeneración natural	En bosque alto andino y subpáramo. Sólo existen pies extramaduros y con problemas fitopatológicos. En páramo. Sólo existen pies extramaduros y con problemas fitopatológicos.	1
	En bosque alto andino y subpáramo. Inexistencia de ejemplares jóvenes condicionada por una dinámica artificial del cauce, o por actividades antrópicas. En páramo. Inexistencia de ejemplares jóvenes condicionada por una dinámica artificial del cauce, o por actividades antrópicas.	2
	En bosque alto andino y subpáramo. Presencia puntual de ejemplares jóvenes, condicionada por una dinámica artificial del cauce, o por actividades antrópicas. En páramo. Presencia puntual de ejemplares jóvenes, condicionada por una dinámica artificial del cauce, o por actividades antrópicas.	3
	En bosque alto andino y subpáramo. Presencia de ejemplares jóvenes de las especies arbóreas y arbustivas, tanto en el bosque consolidado como en los espacios abiertos del cauce (barras, islas, etc.). En páramo. Presencia de ejemplares jóvenes de las especies arbustivas, rosetas y herbáceas, tanto en el bosque consolidado como en los espacios abiertos del cauce (barras, islas, etc.).	4
	En bosque alto andino y subpáramo. Abundancia de ejemplares jóvenes de las especies arbóreas y arbustivas, tanto en el bosque consolidado como en los espacios abiertos del cauce (barras, islas, etc.). En páramo. Abundancia de ejemplares jóvenes de las especies arbustivas, rosetas y herbáceas, tanto en el bosque consolidado como en los espacios abiertos del cauce (barras, islas, etc.).	5

Fuente: adaptado de Magdaleno, Martínez & Roch (2010).

Con la agregación de los cuatro parámetros evaluados se obtienen valoraciones que se encuentran entre 4 y 20 como aparece en la Tabla 3. La asignación definitiva de colores y la caracterización del bosque de ribera evaluado como *Muy Bueno, Bueno, Moderado, Pobre y Malo*, se realizó con base en las posibles combinaciones que se obtienen a partir de la calificación de los indicadores parciales como se muestra en la Tabla 2. Para este trabajo en particular se realizó una variación respecto a la metodología original

planteada en el índice RFV. Esta variación consiste en que cuando en una sección evaluada al menos un parámetro obtuvo una calificación inferior al valor asignado a un estado específico, luego de la agregación de los cuatro parámetros (ver Tabla 3), a esta sección se le clasificó en un estado inferior. Por ejemplo, para la sección cuyos parámetros individuales obtuvieron calificación 5553, a pesar de que la sumatoria es de 18 correspondiente a un estado bueno la clasificación asignada fue moderado (ver Tabla 2 y Tabla 3).

Tabla 2. Combinaciones en la valoración de los parámetros del índice RFV y colores asignados.

SUMA	CÓDIGO	
20	5555	
19	5554	
18	5544	5553
17	5444	5552-5543
16	4444	5533-5542-5551-5443
15	5433-4443	5541-5532-5442
14	5333-4433	5432-5522-5531-5541-4442
13	4333	5422-4441-5521-5431-5332-4432
12	3333	5322-4422-4332-5421-5511-5331-4431
11	4322-3332-5222	5411-4421-5321-4331
10	3322-4222	4411-4321-3331-5311-5221
9	3222	4311-3321-5211-4221
8	2222	3311-3221-5111-4211
7	4111-3211-2221	
6	2211-3111	
5	2111	
4	1111	

Fuente, adaptado de Magdaleno, Martínez & Roch (2010).

La relación entre el resultado de la evaluación del bosque de ribera y el tipo de intervención a desarrollar (protección, restauración pasiva, restauración activa, rehabilitación y recuperación) se estableció como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. *Relación entre el estado de evaluación de la vegetación y el tipo de intervención a desarrollar en el área de estudio*

ESTADO	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	TIPO DE INTERVENCIÓN
Muy bueno	5	La vegetación de ribera nativa tiene una continuidad longitudinal y transversal casi total, su regeneración natural está casi asegurada y su composición y estructura atienden a las características de un ecosistema de gran valor ecológico.	Protección
Bueno	4	La vegetación de ribera tiene una continuidad longitudinal y transversal elevada, presenta regeneración natural y su composición y estructura muestran un notable valor ecológico.	Restauración pasiva
Moderado	3	La vegetación de ribera presenta una cierta alteración de la continuidad longitudinal y transversal, el proceso de regeneración es escaso y su composición y estructura responden a una cierta antropización.	Restauración activa
Pobre	2	La vegetación de ribera cuenta con una apreciable alteración de la continuidad longitudinal y transversal, la regeneración prácticamente es inexistente y la composición y estructura muestran evidentes signos de artificialidad.	Rehabilitación
Malo	1	El bosque de ribera presenta una notable alteración de la continuidad longitudinal y transversal, no se presentan procesos de regeneración natural y la composición y estructura evidencian una falta completa de valor ecológico.	Recuperación

De manera simultánea a la aplicación del índice RFV, se observó en cada uno de los sectores estudiados cuáles son los factores del medio que podrían limitar el desarrollo de procesos de restauración ecológica por cuanto restringen el desarrollo del ecosistema. Finalmente, las estrategias orientadas a la restauración, rehabilitación o recuperación del bosque ripario del río Chisacá fueron determinadas según los valores obtenidos mediante el índice RFV en cada zona, así como a partir de la identificación de los factores tensionantes y limitantes para la restauración ecológica en cada sector. Finalmente se plantearon estrategias para subir el nivel de calidad de las unidades calificadas con las valoraciones más bajas a fin

de mejorar los procesos de conectividad a lo largo del cordón ripario del río Chisacá.

Resultados y discusión

Se evaluaron 13 tramos a lo largo del corredor ripario del río Chisacá mediante una adaptación del índice RFV, de la siguiente manera: tres tramos en zona de páramo (A, B y C), cuatro tramos en zona de subpáramo (D, E, F y G) y seis tramos en zona de bosque alto andino (H, I, J, K, L y M). Los resultados obtenidos luego de la aplicación del índice RFV para cada tramo del río en cada una de sus márgenes se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la evaluación de los 13 tramos del área de estudio con el índice RFV.

Zona	Tramo evaluado con el índice RFV	Resultados de la evaluación	
		Margen izquierdo	Margen derecho
Páramo	A	Muy bueno	Muy bueno
	B	Bueno	Bueno
	C	Moderado	Malo
Subpáramo	D	Moderado	Malo
	E	Bueno	Bueno
	F	Pobre	Malo
	G	Moderado	Moderado
Bosque alto andino	H	Muy bueno	Muy bueno
	I	Malo	Pobre
	J	Malo	Malo
	K	Malo	Pobre
	L	Malo	Malo
	M	Malo	Moderado

En la zona de páramo, comprendida desde el km 0 en el nacimiento del río hasta el km 5,27 aguas abajo, donde se presentan los primeros individuos de porte arbóreo, se encontró que la mayor parte del bosque ripario se encuentra en un estado *muy bueno* (Tramo A) y *Bueno* (Tramo B), requiriéndose la implementación de acciones para su protección. Únicamente se presenta un pequeño sector con estado *malo* (Tramo C, margen derecha) hacia la parte más baja (norte), en el cual se identificaron como factores tensionantes el *pastoreo de animales* y la *erosión superficial* y como factores limitantes aquellos asociados a las *condiciones climáticas adversas* propias de páramo (bajas temperaturas, vientos fuertes, baja radiación solar, presencia de heladas).

Los resultados para la zona de páramo se encuentran en concordancia, hasta cierto punto, con la información presentada por Greenpeace (2013) en

el informe denominado “Páramos en peligro”, donde se indica que tanto la ganadería como la agricultura con sus quemadas asociadas, han generado la pérdida de formaciones arbustivas y frailejonales y la capacidad del suelo de retener el agua; así como la introducción de especies foráneas, el drenaje de las turberas y la contaminación del agua. Efectivamente, en el pequeño sector de la zona de páramo a lo largo del río Chisacá evaluado con estado *malo*, se encontró que el pastoreo de animales es la principal causa del deterioro de la cobertura vegetal nativa. Sin embargo, el hecho de que el nacimiento del río se encuentre en un Parque Natural Nacional y de que en la parte alta de la cuenca existan áreas de reserva forestal protegidas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, podría ser el principal factor para que el corredor ripario en la zona de páramo mantenga muy buenas condiciones de conectividad en la mayor parte de su extensión.

Lo anterior indica la necesidad de adelantar actividades relacionadas con un proceso de *recuperación* del área evaluada con estado *malo* junto al control del proceso de expansión de las actividades ganaderas que amenazan con continuar deteriorando las coberturas naturales del suelo (ver Figuras 2 a 6).



Figura 2. El nacimiento del río Chisacá se caracteriza por la presencia de pantanos y turberas a las que confluyen numerosos hilos de agua que alimentan el caudal. Las coberturas vegetales corresponden a herbáceas típicas de páramo. El acceso es restringido por las características descritas y por tratarse de un área protegida por la Empresa de Acueducto de Bogotá y el Sistema Nacional de Parques Naturales.



Figura 3. La evaluación del río Chisacá inició hacia el km 4.1, donde fue posible la definición del primer tramo (A). La vegetación establecida a cada lado del río es continua y se caracteriza por la presencia de arbustos y herbáceas típicas de la zona. No se evidencia ningún tipo de alteración generada por actividades antrópicas por lo que el bosque ripario fue evaluado como *muy bueno*.



Figura 4. En el tramo B, aunque se observó buen nivel de continuidad de la cobertura vegetal, se evidenciaron áreas por las que transitaban personas y ganado generando pisoteo de la vegetación presente. En este tramo el bosque de ribera fue evaluado con estado *bueno*.



Figura 5. Se aprecian los sectores de páramo cuya cobertura vegetal ha sido sustituida por pastos para la cría de ganado bovino. El tramo evaluado (C), presentó en su margen izquierda un estado moderado y en su margen derecha un estado calificado como *malo*.

Las áreas identificadas con estado *bueno* (Tramo B) y estado *moderado* (Tramo C, margen izquierda) en zona de páramo (Figura 1), cuentan con la ventaja de encontrarse rodeadas de

sectores en los que se conservan aun buenas condiciones de la estructura y funcionalidad de la cobertura vegetal, situación que puede favorecer los procesos de restauración pasiva (para el

estado bueno) y de restauración activa (para el estado moderado). Lo anterior se encuentra en concordancia con Guerrero & Rocha (2010) quienes afirman que en los páramos poco intervenidos, donde el sistema se encuentra saludable por la existencia de propágulos, donde no se han

afectado las condiciones topográficas, edáficas, hidrológicas y geológicas o donde los costos de la restauración son muy altos respecto al éxito de las técnicas y al beneficio final que se obtiene, es suficiente con propiciar procesos de restauración espontánea (pasiva).

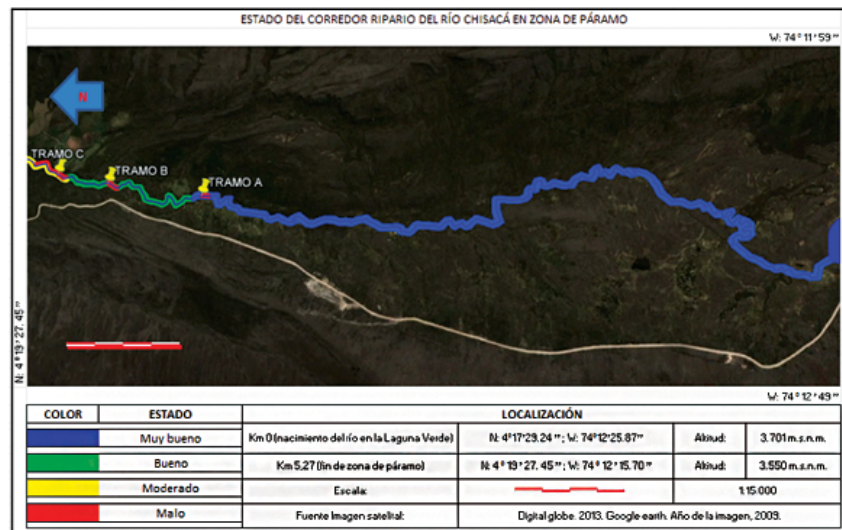


Figura 6. Estado del bosque de ribera en zona de páramo del área de estudio.

La Figura 7 muestra la extensión, m², correspondiente los estados de bosque de ribera identificados para cada margen del río en la zona de páramo.

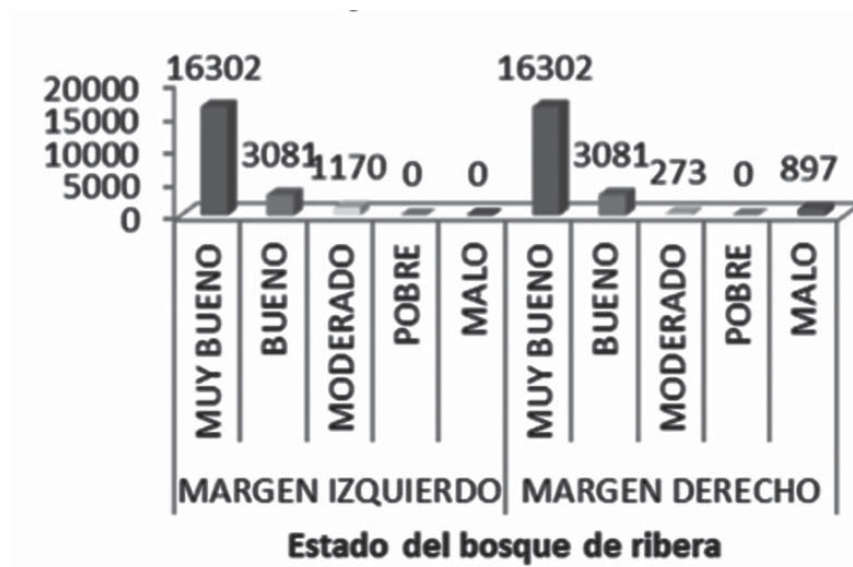


Figura 7. Estado del bosque de ribera para cada margen del río Chisacá en zona de páramo del área de estudio

El corredor ripario del río Chisacá para la zona de subpáramo inicia hacia el km 5,27 del nacimiento del río y culmina hacia el km 7,4 aguas abajo. En esta zona el nivel de deterioro del bosque de ribera es considerable, especialmente sobre el margen derecho del río donde el estado *malo* ocupa la mayor extensión (Tramos D y F, márgenes izquierdas) y donde sólo se conservan algunos sectores

en estado *bueno* asociados a áreas con pendiente elevada (Tramo E). En el margen izquierda se presentó una distribución más uniforme entre los estados *bueno*, *moderado*, *pobre* y *malo*, siendo este último el de menor extensión. En ninguna parte del corredor ripario de la zona de subpáramo se identificó bosque ripario con estado *muy bueno* (ver Figuras 8 a 12).



Figura 8. Configuración del corredor ripario en zona de subpáramo (tramo D). Nótese la pérdida de continuidad en la vegetación nativa debida principalmente al pastoreo de ganado vacuno. En este tramo, el bosque de ribera sobre la margen izquierda fue evaluado como moderado y sobre al margen derecha como malo.



Figura 9. Vegetación de ribera densa, presente en algunas áreas reducidas de la zona de subpáramo (tramo E). predominan arbustos nativos y la presencia de especies de porte arbóreo es menor. En las dos márgenes del río el bosque de ribera fue evaluado con estado *bueno*.



Figura 10. Configuración del corredor ripario en el tramo F. Sólo se conservan algunos individuos de especies nativas arbóreas o arbustivas a la orilla del río. La cobertura vegetal nativa ha sido reemplazada por pastos. El bosque de ribera en la margen izquierda fue evaluado como *pobre* y el de la margen derecha como *malo*.



Figura 11. Configuración del bosque ripario en el tramo G, evaluado con un estado *moderado*. Se observan algunos árboles y arbustos en medio de un área dedicada al pastoreo. Es un área donde transitan frecuentemente animales y personas lo que dificulta el proceso de regeneración natural.

Los factores tensionantes comunes a los sectores evaluados con estado *malo*, *pobre* y *moderado*, fueron deforestación, pastoreo de animales, incendios, erosión superficial, establecimiento de cultivos y presencia de especies alóctonas, especialmente en la parte más baja de la zona. De otro lado, los factores limitantes identificados para adelantar procesos de restauración ecológica fueron aquellos asociados a las condiciones climáticas adversas propias de subpáramo, que no favorecen la dinámica de repoblación y desarrollo de la cobertura vegetal, la presencia de minifundios que obliga a los campesinos a sobreexplotar sus parcelas y el desgaste del suelo producto de una actividad agropecuaria inadecuada. Esta última situación ratifica lo afirmado por Cabrera & Ramirez (2014), quienes en relación a la zona rural de Bogotá, afirman que la zona media y baja se caracteriza por la predominancia de pequeños predios privados, mientras que en las partes altas, en su mayoría son predios de entidades del Distrito o de la EAAB.

Una situación común a todo el corredor ripario en la zona de subpáramo es que no se encuentran franjas de vegetación nativa superiores a 5 m a lado y lado del río. Sin embargo, aún se conservan algunos relictos de bosque ripario en estado *bueno*, especialmente localizados en las áreas de mayor pendiente. Lo anterior coincide con lo que afirma Jarro (2004), quien asegura que el bosque alto andino constituye una zona de transición entre las áreas bajas y el propio páramo y que los procesos

de tala han sido tales que hoy se encuentran únicamente pequeñas manchas de vegetación de los bosques húmedos de altura.

Considerando que el subpáramo se caracteriza por ser una zona de transición entre el bosque alto andino y la región paramuna, considerada como la zona con la mayor diversidad y los más altos niveles de endemismo vegetal con una riqueza específica, superior a la del páramo por poseer vegetación proveniente de ambos ecosistemas así como vegetación restringida a esta franja de ecotonía (Rangel-Ch, 1995), es importante dirigir los esfuerzos a la conservación y restauración de los relictos boscosos que persisten en la zona.

Estos relictos deben ser sometidos a procesos que fomenten la restauración pasiva para garantizar su permanencia como fuente de material parental en eventuales proyectos de restauración activa, dirigidos a las áreas evaluadas con estado *moderado* o para proyectos de rehabilitación del bosque ripario en áreas clasificadas en estado *pobre* (ver Figura 2). Las áreas con estado *malo*, localizadas en su mayoría sobre la margen derecha del río y donde se evidenció el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias hasta el borde del río, exigen la implementación de actividades ingenieriles orientadas a la recuperación del corredor ripario. Estas actividades debieran enfocarse principalmente en la estabilización del cauce del río y en la reconversión de los sistemas productivos tradicionales a modelos sostenibles de producción (Tabla 4).

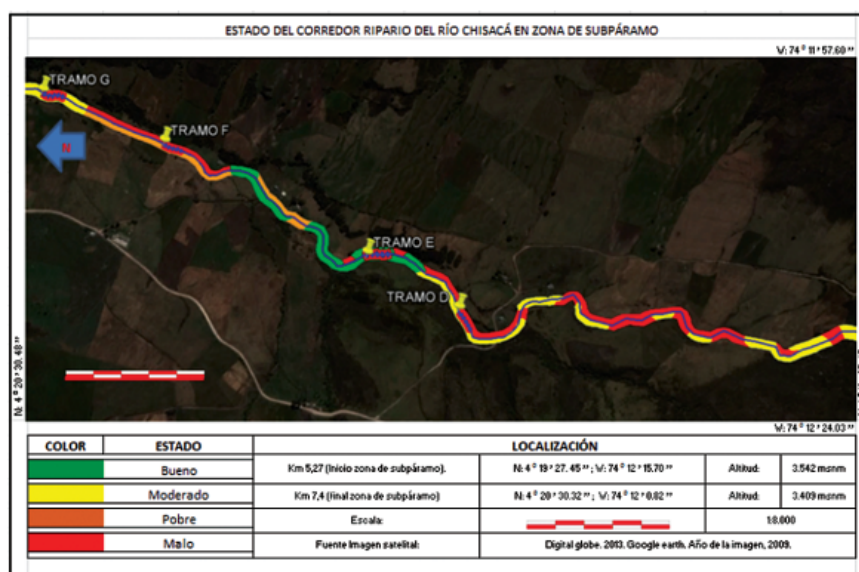


Figura 12. Estado del bosque de ribera en zona de subpáramo del área de estudio

La Figura 13 presenta la extensión, m², de cada uno de los estados identificados para el bosque de ribera en las márgenes del río para la zona de subpáramo.

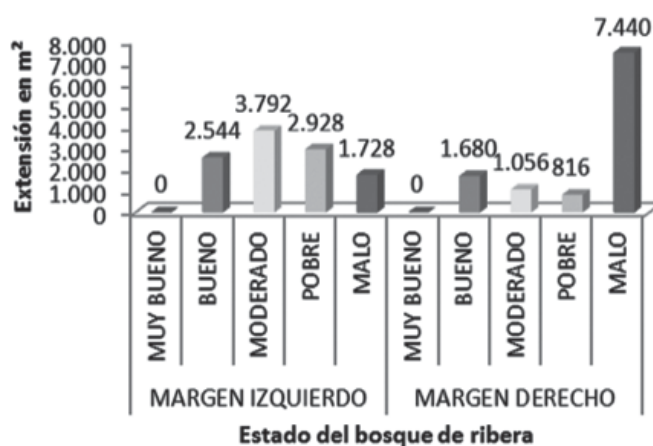


Figura 13. Estado del bosque de ribera para cada margen del río Chisacá en zona de subpáramo del área de estudio

La zona de bosque alto andino, cuya extensión a lo largo del río va desde el km 7,4 y llega hasta el km 13,94, es la que presenta el corredor ripario con mayor deterioro, a tal punto que en gran parte de su extensión el bosque de ribera es inexistente y las actividades agropecuarias se desarrollan hasta el borde mismo del río. La Figura 14 presenta el área correspondiente a cada estado de bosque de ribera en las dos márgenes del río. Nótese que el estado

malo es el que abarca la mayor extensión en ambas márgenes del río seguido muy de lejos por los estados *moderado* y *pobre*, los cuales presentan una distribución pareja en ambas márgenes. De manera excepcional se conserva aún una pequeña área en estado *muy bueno*, la cual coincide con una de las partes más quebradas de la zona, situación que ha dificultado la accesibilidad para el desarrollo de actividades agrícolas o ganaderas (Figuras 14 a 20).



Figura 14. En el tramo H, cuya evaluación del corredor ripario fue de *muy bueno* para ambas márgenes, la continuidad de la cobertura vegetal nativa es evidente. Es un área con un potencial amplio para obtención de semillas y regeneración natural. Se trata de un área cuya pendiente es elevada lo que dificulta el acceso de personas y ganado.



Figura 15. En esta parte del río (tramo I), la presencia de vegetación nativa sobre la margen izquierda se limita a la orilla por lo que el corredor ripario fue evaluado como *malo*. El terreno ha sido utilizado en cultivos de papa y pastoreo de ganado. La margen derecha, con mayor cobertura de árboles, pero con presencia de especies alóctonas (eucaliptos), fue evaluada como *pobre*.



Figura 16. A la altura del tramo J, el pisoteo del ganado en el borde del río genera deterioro del cauce. Este factor se presenta por la falta de una barrera forestal que restrinja el acceso. La evaluación del corredor ripario en ambas márgenes fue denominado como *malo*.



Figura 17. A la altura del tramo K, hay gran presencia de eucaliptos en las dos márgenes del río, aunque entremezclado con algunas especies arbustivas y arboreas especialmente sobre al margen derecha. Como la presencia de especies alóctonas se valora negativamente, el resultado fue de bosque ripario *malo* para la margen izquierda y *pobre* para la margen derecha.



Figura 18. En el tramo L un aspecto preocupante es la presencia de la especie invasora retamo espinoso (*Ulex europaeus*). Esta especie se encontró en gran parte de la ribera del río y a la orilla de la carretera principal. El estado del bosque de ribera para las dos márgenes fue de *malo*.



Figura 19. Sobre la margen derecha del tramo M, las especies nativas que se conservan presentan una apariencia vieja, mientras que las especies alóctonas (pinos y cipreses) se ven vigorosas. En esta margen el bosque ripario fue evaluado como moderado, mientras la margen izquierdo donde abundaban los pastos, fue evaluado como malo.

Los factores tensionantes identificados como comunes en las áreas clasificadas con estado *malo*, *pobre* y *moderado* fueron la deforestación, el pastoreo de animales, la erosión superficial, el establecimiento intensivo de cultivos, la explotación de materiales para construcción, la invasión de especies alóctonas y el establecimiento de viviendas de manera incontrolada, este último especialmente hacia la parte más baja de la zona.

Como factores limitantes para implementar proyectos de restauración se identificaron, al igual que para la zona de subpáramo, las condiciones climáticas adversas que no estimulan la dinámica de repoblación y desarrollo de la cobertura vegetal (bajas temperaturas, pocas horas de radiación solar, baja disponibilidad de oxígeno, vientos fuertes). También se identificaron como factores limitantes la presencia de minifundios en los que las explotaciones productivas (pastoreo de animales alternado con cultivos de papa) se desarrollan hasta el borde del río, el desgaste del suelo que ha sido objeto de explotación ininterrumpida desde hace más de 100 años y la escasez de áreas que conserven

coberturas naturales propias del bosque alto andino. Esta situación es preocupante si se considera lo que dicen varios investigadores respecto a los ecosistemas de alta montaña, quienes afirman que la falta de una cobertura vegetal protectora y las actividades agrícolas insostenibles generan la pérdida de suelo en forma acelerada. Así mismo, el pastoreo en áreas modificadas de bosque alto andino produce cambios considerables en las propiedades hidrofísicas del suelo (Tobón *et al.*, 2009a).

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta lo que afirma Tobón *et al.* (2008) respecto del bosque alto andino en relación a que este tipo de bosque se ubica normalmente en una franja altitudinal donde el ambiente se caracteriza por una cobertura de nubes persistente o estacional y que esta nubosidad reduce la radiación solar y el déficit de vapor, llegando incluso a suprimir los procesos de evapotranspiración, las acciones para esta zona deben orientarse a la recuperación de áreas degradadas y a la rehabilitación de la funcionalidad del corredor ripario especialmente en lo que respecta a su relación con el recurso hídrico.

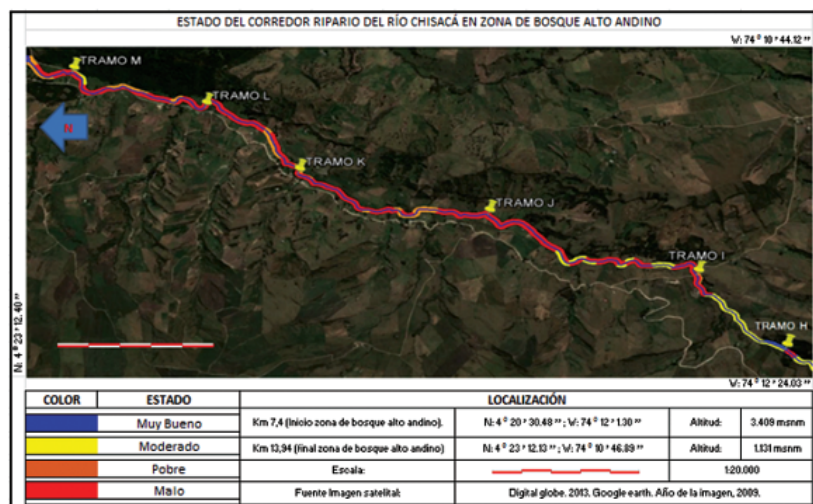


Figura 20. Estado del bosque de ribera en zona de bosque alto andino del área de estudio

En la Figura 21 se presenta la extensión, m², de los estados identificados para el bosque de ribera en cada una de las márgenes del río Chisacá en la zona de bosque alto andino.

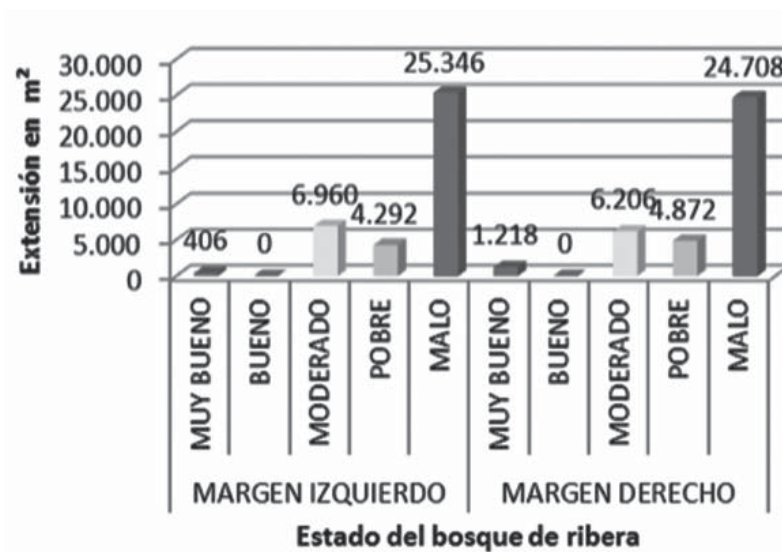


Figura 21. Estado del bosque de ribera para cada margen del río Chisacá en zona de bosque alto andino de la zona de estudio

En términos generales, el panorama del bosque ripario del río Chisacá a lo largo de las tres zonas (páramo, subpáramo y bosque alto andino), coincide con el panorama actual presentado para la zona rural del Distrito Capital por parte del Instituto Humboldt, en el que se muestra un gradiente ambiental de zonas de páramo conservado asociados a lagunas en la parte más altas, franjas estrechas de bosques y arbustales asociados a los cauces de los ríos Tunjuelo y Curubital en la parte baja y fragmentos de bosques y zonas de subpáramo en una matriz de cultivos en la parte intermedia (Cabrera & Ramirez, 2014). Los mismos autores señalan para la zona de estudio la existencia de una red de quebradas con riberas deforestadas parcialmente, que establecen conexiones intermitentes entre los paisajes de la parte alta hasta la baja. Para el caso específico del corredor de ribera del río Chisacá, luego de esta investigación se puede afirmar que el bajo nivel de continuidad especialmente en la zona de bosque alto andino, así como la elevada intermitencia en la zona de subpáramo, reiteran la necesidad de desarrollar actividades de restauración que mejoren la conectividad entre las diferentes zonas.

Por otra parte, teniendo en cuenta la estructura de tenencia de la tierra mediante minifundio, así como la situación identificada en relación al establecimiento de actividades agropecuarias hasta el borde del río, especialmente para las zonas de bosque altoandino y subpáramo, la participación comunitaria resulta fundamental para implementar acciones de restauración que tengan un impacto marcado y duradero sobre el corredor ripario, máxime cuando la sesión de un metro de tierra para destinarlo a la protección o restauración de la ribera del río, resulta significativa cuando se trata de pequeños propietarios. En este sentido, las acciones que se implementen deberían estar articuladas con los objetivos de conservación planteados para el Parque Nacional Natural Sumapaz, así como con las estrategias que la EAAB tenga previstas para la protección del recurso hídrico. Se requiere, entonces, un proceso mediante el cual se despierte en la comunidad la necesidad de proteger los sistemas naturales porque se es consciente de que ellos pueden proporcionar bienes y servicios que no son ofrecidos por los sistemas productivos tradicionales.

En congruencia con lo anterior y de conformidad con Zorro *et al* (2005), quien asegura que las localidades de Usme y Ciudad Bolívar cuentan con un total de área de expansión de 1.186 ha y 205 ha, respectivamente, lo que en el mediano y largo plazo podría afectar de manera directa los objetivos de conservación de las áreas de conservación, esta situación también podría ser una oportunidad, ya que podría trabajarse en conjunto con más organizaciones comunitarias en pro de la conservación del parque.

Los resultados de esta investigación permiten proponer que la restauración de áreas degradadas para mejorar el sistema de conservación general del área, debe contemplar franjas estrechas asociadas a las rondas de las quebradas y ríos, sin llegar a generar conflicto con los propietarios de los predios dedicados a actividades agropecuarias tradicionales. De conformidad con Cabrera y Ramirez (2014), la reconversión de las riveras de quebradas y ríos, se debe enmarcar en un

sistema que no implique detrimento económico de propietarios, por lo que debe ser diseñado y concertado predio a predio. Adicionalmente, y acorde con el grado de deterioro ambiental de la zona, la principal actividad debe estar enfocada a restauración ecológica en zonas de subpáramo y Bosque Altoandino.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados hasta ahora y con el convencimiento de que los procesos de restauración, independientemente de la categoría a la que correspondan (restauración activa, restauración pasiva, rehabilitación o recuperación), deben estar articulados a un escenario con buenas perspectivas económicas para los habitantes de la región, con el fin de garantizar su mantenimiento en el largo plazo. En la Tabla 4 se presentan las acciones identificadas para avanzar en procesos de restauración de cada uno de los estados de bosque de ribera identificados a lo largo del corredor ripario.

Tabla 4. Acciones sugeridas para mejorar el estado del bosque de ribera a lo largo del río Chisacá.

Estado	Tipo de Acción	Acciones Sugeridas
Muy bueno	Protección	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar los procesos de vigilancia y control al acceso a zonas restringidas, especialmente en áreas de reserva de orden nacional o distrital y a relictos boscosos que se conservan con buenas condiciones estructurales a lo largo del corredor ripario. • Identificar especies silvestres nativas con posibilidades para el aprovechamiento de productos forestales no maderables por parte de la comunidad campesina de la cuenca. • Identificación de fuentes semilleras para la implementación de procesos de propagación ex - situ de especies forestales nativas. • Caracterizar fenológicamente las especies forestales identificadas con potencial para el aprovechamiento de productos forestales no maderables.
Bueno	Restauración pasiva	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar una franja con un ancho mínimo igual al ancho del río en cada uno de sus márgenes e Instalar cercas para impedir la extensión de la frontera agropecuaria hasta el borde del río. • Identificar especies silvestres nativas con posibilidades para el aprovechamiento de productos forestales no maderables por parte de la comunidad campesina local. • Identificación de fuentes semilleras para la implementación de procesos de propagación ex - situ de especies forestales nativas.

...continuación Tabla 4

Estado	Tipo de Acción	Acciones Sugeridas
Moderado	Restauración activa	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar una franja con un ancho mínimo igual al ancho del río en cada uno de sus márgenes e Instalar cercas para impedir la extensión de la frontera agropecuaria hasta el borde del río. • Instalación de perchas de madera con el fin de estimular la dispersión de semillas por las aves. • Mejorar la estructura del bosque de ribera mediante el enriquecimiento con especies nativas provenientes de vivero.
Pobre	Rehabilitación	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar una franja con un ancho mínimo igual al ancho del río en cada uno de sus márgenes e Instalar cercas para impedir la extensión de la frontera agropecuaria hasta el borde del río. • Establecer sistemas agroforestales piloto en áreas colindantes con la ronda hídrica del río Chisacá en la zona de bosque alto andino, con el fin de evaluar su viabilidad económica, social y ambiental. • Mejorar la estructura del bosque de ribera que fue valorado con estado pobre, mediante el enriquecimiento con especies nativas provenientes de vivero. • Sustituir gradualmente la cobertura vegetal exótica e invasora en aquellas áreas del corredor ripario perteneciente a zonas de bosque alto-andino y subpáramo, por especies nativas según la composición florística original.
Malo	Recuperación	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar una franja con un ancho mínimo igual al ancho del río en cada uno de sus márgenes e Instalar cercas para evitar que se sigan desarrollando actividades agropecuarias hasta el borde del río. • Sustituir gradualmente la cobertura vegetal exótica e invasora en aquellas áreas del corredor ripario perteneciente a zonas de bosque alto-andino y subpáramo, por especies nativas según la composición florística original. • Iniciar el proceso de recuperación de las áreas del corredor ripario del río mediante reforestación con especies arbustivas y arbóreas pioneras. • Delimitar las áreas del corredor ripario que están presentando problemas de estabilidad en la zona de bosque alto andino e implementar obras de manejo y conservación de suelos como gaviones y trinchos. • Con la participación de la comunidad, establecer sistemas agroforestales piloto en áreas colindantes con la ronda hídrica del río Chisacá en la zona de bosque alto andino, con el fin de evaluar su viabilidad económica, social y ambiental.

De manera indirecta, a partir de las observaciones realizadas a lo largo del corredor ripario en los diferentes tramos, se identificaron acciones generales que deben ser dirigidas a la comunidad establecida en la cuenca del río Chisacá como actor principal, con el propósito de iniciar procesos de incorporación de prácticas sostenibles en los modelos productivos. No es factible pensar en disminuir el deterioro ambiental a lo largo del corredor ripario, si las comunidades locales no cuentan con alternativas viables de sostenimiento. En este contexto, es fundamental adelantar procesos de capacitación en materia de organización comunitaria y de identificación, desarrollo y gestión de nuevas oportunidades de negocio mediante la implementación de sistemas productivos sostenibles a partir de los recursos naturales propios de la zona.

Dichas acciones se podrían resumir de la siguiente manera:

Adelantar proyectos de investigación, con participación de la comunidad campesina de la zona, orientados al reconocimiento de los bienes y servicios que proporcionan los ecosistemas nativos de la cuenca del río Chisacá a la comunidad de la localidad de Usme y de la ciudad de Bogotá, a fin de identificar nuevas alternativas productivas en las que tomen importancia los recursos naturales ofrecidos por la zona.

Fomentar entre la comunidad campesina, especialmente en zona de subpáramo y bosque alto andino, el hábito de establecer cercas vivas para delimitar las fincas y separar potreros, así como adelantar procesos de capacitación que contribuyan a que la comunidad establecida en la cuenca aprenda a identificar los bienes y servicios que ofrece el componente forestal cuando es asociado a los componentes pecuarios y agrícolas.

Capacitar a la comunidad campesina establecida en la cuenca del río Chisacá, en temas relacionados con la relación suelo – planta – agua, a fin de que se comprenda el por qué la eliminación

de las coberturas vegetales naturales conlleva a problemas de abastecimiento hídrico y deterioro de los suelos.

Capacitar a la comunidad campesina establecida en la zona de bosque alto andino en temas relacionados con establecimiento y manejo de sistemas agroforestales (silvo-agrícolas, silvo-pastoriles), con el fin de dar a conocer los beneficios socioeconómicos y ambientales de insertar el recurso silvícola en los sistemas productivos.

Capacitar a la comunidad campesina establecida en la zona en temas relacionados con productos forestales no maderables y su potencial de manejo y aprovechamiento en la cuenca del río Chisacá.

Conclusiones

La mayor parte de la vegetación clasificada dentro del estrato denso sobre el corredor ripario del río Chisacá se encuentra en la zona de páramo, es decir en la parte más alta de la cuenca donde hay intervención tanto de la Empresa de Acueducto de Bogotá como de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Tanto en la zona de subpáramo, como en la zona de bosque alto andino, las áreas que conservan vegetación nativa en buenas condiciones coinciden con áreas de pendiente fuerte, donde no es factible el desarrollo de actividades agropecuarias por la imposibilidad de mecanizar el labrado del suelo o por la presencia de afloramientos rocosos que impiden el establecimiento de pastos o cultivos.

En las áreas donde se plantean actividades para fomentar la restauración pasiva (principalmente en las zonas de páramo y subpáramo), existen relictos de vegetación nativa a partir de los cuales se puede potenciar procesos de regeneración natural. Lo fundamental en este caso es lograr controlar los factores tensionantes que en la mayoría de los casos están asociados a la ganadería extensiva y al establecimiento de cultivos. En

estos casos el objetivo se puede lograr simplemente con la definición de áreas de protección y su encerramiento para impedir el acceso de personas y ganado.

La presencia de minifundios dedicados a sistemas productivos agropecuarios tanto en la zona de subpáramo como en la zona de bosque alto andino, donde el pastoreo o los cultivos se establecen hasta el borde del río, es uno de los factores de mayor preocupación para la formulación de estrategias de restauración, por cuanto resultaría conflictivo persuadir a los campesinos de ceder una fracción de sus predios para dedicarlos a la protección del cauce del río Chisacá. En ese contexto, surge la necesidad de identificar y reconocer los bienes y servicios que las especies nativas establecidas en los bosques riparios pueden proporcionar a la comunidad de la zona. En ese proceso de reconocimiento debe participar de manera directa la comunidad con el fin de que del interior de la misma surjan nuevas ideas productivas.

La presencia de especies alóctonas se da con mayor intensidad en la zona de bosque alto andino que en las otras dos zonas. Este es uno de los factores tensionantes sobre los cuales se tendrá que trabajar con mayor dedicación, máxime cuando se sabe que una de las especies aloctonas presentes es el retamo espinoso (*Ulex europeaus*), el cual ha desarrollado diferentes estrategias de colonización de nuevos territorios, así como para permanecer en un espacio, pese a las intensas acciones de erradicación que se hayan implementado.

La mayor parte del corredor ripario localizado en zona de bosque alto andino requiere la implementación de acciones que fomenten su rehabilitación. No se pretende en este caso volver al bosque original, pero sí, al menos, generar un mejoramiento del estado malo que actualmente posee, para ser llevado a un estado que cumpla ciertas funciones ecosistémicas favorables para mejorar procesos de conectividad entre los ecosistemas naturales que se conservan en la cuenca. La consolidación

de una cobertura vegetal compuesta por especies arbóreas y arbustivas nativas sería un muy buen avance para este propósito si se tiene en cuenta que actualmente predomina una cobertura de pastos.

La participación comunitaria es fundamental para implementar acciones de restauración que tengan un impacto positivo sobre el corredor ripario. Se requiere un proceso mediante el cual se despierte en la comunidad la necesidad de proteger los sistemas naturales al ser conscientes de que ellos proporcionan bienes y servicios que no pueden ser proporcionados por los sistemas productivos tradicionales. Surge entonces la necesidad de desarrollar procesos de “reconocimiento” de los recursos naturales locales.

Si bien la metodología del índice RFV plantea que una vez evaluados los cuatro parámetros de continuidad en cada una de las márgenes del río, se debe sacar una valoración promedio para cada tramo que identifica su estado como un todo, en este trabajo se evidenció la necesidad de aplicar el índice RFV en cada margen del río por separado, debido a que en un mismo tramo con frecuencia se presentaron diferencias considerables en cuanto a la continuidad y estructura del bosque ripario.

Literatura citada

1. Barrera, J., Contreras, S., Garzón, N. & Moreno, A. (2010). Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C.
2. Cabrera, M. & Ramirez, W. (Eds). (2014). Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogota, D.C. Colombia.
3. Cameron S. Gillies & Colleen Cassady St. Clair. (2008). Riparian corridors enhance movement of a forest specialist bird in fragmented tropical forest. The National Academy of Sciences of the USA. Stanford University.
4. Cuta, J. (2014). Caracterización de las coberturas boscosas de la cuenca del río Chisacá a partir de la implementación de indicadores de fragmentación con el fin de identificar rutas de conectividad ecológica.

- Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Bogotá – Colombia.
5. Decreto 364 de 2013. Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. Registro Distrital de Bogotá, 26 de agosto de 2013.
 6. Gonzalez del Tango, M., García de Jalón, D., Lara, F. & Garilleti, R. (2006). Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua.
 7. GREENPEACE. (2014). Páramos en peligro. El caso de la minería del Carbón en Pisba. Campaña Páramos.
 8. Gutierrez, C., Salvat, A. & Sabater, F. (2001). Índice IVF para la evaluación de la calidad del medio fluvial a partir de la vegetación de ribera. Documentos técnicos de la Agencia Catalana del Agua.
 9. Jarro, E. (2004). Guía Técnica para la restauración de Rondas y Nacederos del Distrito Capital. DAMA. Alcaldía Mayor de Bogotá.
 10. Kutschker, Brand & Miserendino. (2009). Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del NO del Chubut sometidos a distintos usos de la tierra. *Revista Ecología Austral*. Asociación Argentina de Ecología.
 11. Magdaleno, F., Martínez, R. & Roch, V. (2010). Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera. Centro de estudios de técnicas aplicadas (CEDEX, Ministerio de Fomento, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). Ingeniería Civil 157/2010. Madrid, España.
 12. Munné, A, Prat, N, Sola, C, Bonada, N. & Rieradevell, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: A QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 147-163.
 13. Olson, H., Chan, S., Weaver, G., Cunningham, P., Moldenke, A., Progar, R., Muir, P., Mccune, B., Rosso, A. & Peterson, E. (2000). Characterizing stream riparian upslope habitats and species in Oregon managed headwater forests. International conference on riparian ecology and management in multi-land use watersheds. U.S. American Water Resources Association. Parks and Wildlife Commission of the Northern Territory. Australia. *Journal of Biogeography* 27: 843–868.
 14. Osorio, J. (2007). El río Tunjuelito en la historia de Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría de cultura.
 15. Petraglia, C. (2008) – Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca – Uruguay. *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*.
 16. Rangel-Ch, J. (1995). Consideraciones sobre la diversidad y la vegetación de alta montaña en Colombia. En: Lozano, J.A., J.D. Pabón. (Eds.). *Memorias del Seminario Taller sobre alta montaña colombiana*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Memorias No 3. Santafé de Bogotá, 13-15 de octubre de 1993.
 17. Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencias y políticas. (2004). Ponencia introductoria de SER International sobre la restauración ecológica y Tucson: Society for Ecological Restoration International.
 18. Tobón, C., Bruijnzeel, L.A. & Frumau, A. (2009^a). «Physical and hydraulic properties of Tropical Montane Cloud Forest soils and their changes after conversion to pasture». Proceedings of the Second International Symposium: Science for Conserving and Managing Tropical Montane Cloud Forests, Waimea, Hawaii, July 27 – August 1, 2004.
 19. Tobón, C., Gil, G. & Villegas, C. (2008). «Aportes de la niebla al balance hídrico de los bosques alto-andinos». En: *Ecología de Bosques Andinos*, Universidad Nacional de Colombia. J.D. León Ed.
 20. Vargas, O. (2007). Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Alto Andino. Universidad Nacional de Colombia - Alcaldía Mayor de Bogotá – Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Pp. 18 – 19. Bogotá, Colombia.
 21. Zorro, W., Cubillos, C., Patiño, A., Rodríguez, E., Ángel, H. & Torrijos, A. (2005). Plan Básico de Manejo del Parque Nacional Sumapaz. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Cambios en el rol de la mujer en los diversos contextos de los sistemas productivos campesinos en el departamento de Boyacá, Colombia

Woman's role changes in different contexts of productive peasant systems in Boyacá department, Colombia

As mudanças no papel das mulheres nos diversos contextos de sistemas de produção caipira em Boyacá, Colombia

Diana Milena Soler Fonseca¹, Jorge Armando Fonseca Carreño² & Randy Alexis Jiménez Jiménez³

¹Médico Veterinario Zootecnista, Especialista en Nutrición Animal Sostenible, Magister en Desarrollo Rural, ²Ingeniero Agrónomo. Especialista en Finanzas. Especialista en Evaluación Pedagógica. Magister en Ciencias Agrarias. Estudiante Doctorado en Agroecología de la Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. ³Médico Veterinario Zootecnista, Magister en Ciencias de la Producción y la Salud Animal, Estudiante Doctorado en Desarrollo Rural de la Universidad Autónoma Metropolitana de México.

^{1,2}Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente -ECAPMA. Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD. Tunja. Boyacá. Colombia. ³Departamento de Economía, Administración y Desarrollo Rural. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad #3000 Circuito Exterior, Ciudad Universitaria. Coyoacán Código Postal 04510, México D.F.

¹diana.soler@unad.edu.co, ²jorge.fonseca@unad.edu.co, ³alexis.j2@gmail.com

Resumen

En el medio rural del departamento de Boyacá (Colombia) los integrantes de la familia campesina han venido transformando sus roles, haciéndose más visible la participación de las mujeres en las actividades productivas y en la toma de decisiones relacionadas con las mismas. Esta investigación hace un diagnóstico de las familias estudiadas con el objetivo de detectar y analizar los posibles cambios en el rol de la mujer campesina dentro de los sistemas productivos. Se utilizó una metodología cualitativa involucrando 10 familias campesinas de Duitama y 30, de Paipa. Los resultados mostraron que la mujer sigue realizando las tareas que demandan mayor esfuerzo y tiempo dentro del hogar, ha tenido que liderar los sistemas agrícolas pequeños y medianos y participa de forma activa en la comercialización de los productos agrícolas, permitiéndole el control y

manejo parcial de los dichos ingresos monetarios. En el ámbito pecuario las mujeres juegan un papel fundamental en el manejo de los animales y la comercialización de sus productos, controlando en una alta proporción los ingresos monetarios de estos sistemas. Además, las mujeres realizan labores extraprediales y buscan otros lugares para vender mejor sus productos y obtener más ingresos económicos que ayuden al sostenimiento de sus familias. Se concluye que aunque las mujeres tienen más control sobre los recursos y producciones de sus predios, estos cambios en sus roles han significado una sobrecarga laboral, que sigue invisibilizada por las leyes y/o programas del gobierno, en general.

Palabras clave: productivo, reproductivo, acceso, control, decisiones, mujer

Abstract

Peasant family members in Boyacá (Colombia) department's rural zone haven been transforming their roles, making women's involvement in productive activities and decision-making more visible. In this research, a diagnostic is made about the studied families with the objective of detecting and analyzing the possible changes of peasant woman's role in productive systems. A quantitative methodology was used, involving 10 peasant families from Duitama and 30, from Paipa. The results showed that woman continue to do physically demanding domestic tasks, in addition to being responsible for small and medium-sized agricultural operations and their active participation in the commercialization of agricultural products, thus giving women control and partial management of income from said operations. Regarding livestock management, women play a fundamental role in animal care and the commercialization of products, controlling a high proportion of the income coming from these sources. Furthermore, women complete other agricultural tasks and look for better places to sell their products and to obtain additional income that help support their families. It was concluded that despite having more control over economic resources and the products of their properties, these changes in roles have meant a work overload that continues to go unrecognized by laws and/or government projects, in general.

Key-words: productive, reproductive, access, control, decisions, woman.

Resumo

Nas áreas rurais do Departamento de Boyacá (Colombia) membros da família caipira têm vindo a transformar seus papéis, tornando-se mais visível a participação das mulheres nas atividades produtivas e na tomada de decisões relacionadas com elas. Este estudo faz um diagnóstico das famílias estudadas com o objetivo de identificar e analisar possíveis mudanças no papel das mulheres rurais em sistemas produtivos. A metodologia utilizada foi qualitativa, envolvendo 10 famílias caipira de Duitama e 30 de Paipa. Os resultados mostraram que as mulheres continuam a realização de tarefas que exigem mais esforço e tempo em casa, tem tido que levar os pequenos e medianos sistemas agrícolas e participa ativamente na comercialização de produtos agrícolas, permitindo o controle parcial e gestão a renda monetária disse. Na área de pecuária mulheres desempenham um papel fundamental no manejo animal e comercialização dos seus produtos em uma alta proporção controlando em grande proporção as entradas monetárias desses sistemas. Além disso, as mulheres procuram trabalho fora da agricultura e em outros lugares para vender seus produtos melhor e mais renda para ajudar a sustentar suas famílias. Conclui-se que, embora as mulheres tenham mais controle sobre os recursos e as produções de suas propriedades, essas mudanças em seus papéis significaria uma sobrecarga de trabalho, que permanece invisível por lei e / ou programas de governo em geral.

Palavras-chave: produtivo, reprodutivo, acesso, controle, decisões, mulher

Introducción

En Colombia la mayor parte de los campesinos son productores familiares agropecuarios, sus unidades de producción son al mismo tiempo unidades de consumo cuya finalidad es la reproducción de la familia o la comunidad, imprimiéndole el carácter organizativo a la actividad productiva. La producción está organizada de acuerdo al sistema de decisiones de la familia o

de la comunidad, la división de tareas entre sus miembros está dada de acuerdo a la edad, sexo, jerarquías, experiencias y conocimientos adquiridos (Forero *et al.*, 2003).

En este sentido, dentro de estas producciones familiares la mujer y el hombre jefe de hogar son responsables de la sostenibilidad de sus unidades

campesinas ya que deben repartirse actividades y compartir roles; es por esto que cuando se estudian los sistemas productivos campesinos, el aspecto de género es de vital importancia, entendido éste como “una construcción social del ser hombre y ser mujer, del ser femenino y del ser masculino, que partiendo de las características biológicas, pero trascendiéndolas, le da a las mujeres diferentes poderes y roles frente a los hombres; y al mismo tiempo, permite y condiciona las relaciones entre hombres y mujeres, entre lo masculino y lo femenino en una sociedad” (Farah, 1996).

De acuerdo con lo anterior, en el medio rural la mujer y el hombre han venido transformando sus roles, haciéndose más visible la participación de las mujeres en las actividades productivas y en la toma de decisiones relacionadas con las mismas. Es así como se ha constatado la estrecha relación que existe entre mujeres y el medio rural, las mujeres producen la mitad de los alimentos producidos en el mundo, y son las encargadas en muchos países de manejar las fincas, acarrear la leña y el agua y criar los animales (en tanto los hombres, compañeros y niños mayores, trabajan en fincas comerciales y centros urbanos) (BID, 1997^a, citado en IICA, 2000 p. 30).

Adicionalmente, vale la pena citar que desde los años ochenta la fuerza laboral del sector rural se ha reducido (de 32.4 a 28.8 millones entre 1980 hasta 1994), sin embargo, la proporción femenina ha aumentado (de 34 a 44 millones en el mismo periodo). El progresivo aporte de las mujeres al ingreso familiar permite mantener fuera de la pobreza (o disminuir sus efectos) a un creciente contingente de los hogares rurales de la región. (BID, 1997a, citado en IICA, 2000 p. 31).

En el mundo en desarrollo a pesar de que las mujeres rurales trabajan hasta 16 horas al día, realizando labores domésticas, agrícolas y de otra índole (producen, elaboran, comercializan y preparan alimentos, cuidan hijos, entre otras), la mayoría no recibe remuneración directa por su trabajo. Las mujeres rurales están sobre empleadas en

cuanto al número de horas trabajadas, y subempleadas en cuanto a los ingresos percibidos (BID, 1997c, citado en IICA, 2000 p. 31).

Colombia y específicamente el departamento de Boyacá no ha sido ajena a esta situación, ya que, al ser un departamento altamente agropecuario, contiene gran cantidad de unidades campesinas, las cuales presentan algún tipo de homogeneidad en sus sistemas productivos y distribución de las labores entre hombres y mujeres.

Aunque en este departamento se han realizado varios estudios de género enfocados hacia el análisis y evaluación de políticas públicas, seguridad alimentaria, violencia, participación femenina en general y aspectos socioculturales en municipios como Motavita (Rodríguez, 1988), Puerto Boyacá (Forero, 2003), Oicatá (Garzón *et al.*, 2007), Tenza (Avella *et al.*, 2007), Socotá (Vera 1999), Sogamoso (Torres, 2004), y zonas como el occidente de Boyacá (Buitrago, 1990), no han sido suficientes para reflejar verdaderamente los cambios en el rol de la mujer dentro de los sistemas productivos y más en el sector rural.

Lo anterior indica que en el departamento de Boyacá se deben generar más estudios de género que propendan por exteriorizar las realidades de la mujer rural, y los cambios que las mismas han debido hacer para adaptarse a la nueva ruralidad tan cambiante en los últimos años. El presente artículo busca profundizar un poco más sobre el tema de la mujer en los sistemas productivos campesinos, sus roles y los cambios que los mismos han sufrido debido a las transformaciones del campo en general en los municipios de Duitama (vereda la Pradera) y Paipa (veredas Medios, Jazminal y Salitre Alto) del departamento de Boyacá.

Materiales y métodos

En esta investigación se utilizó la metodología cualitativa, la cual intenta hacer una aproximación global a las situaciones sociales para explorarlas,

describirlas y comprenderlas de manera inductiva, permitiendo un acercamiento a las familias estudiadas y al quehacer diario de sus integrantes.

Para esta investigación realizada en el año 2012, se eligieron 10 familias del municipio de Duitama (vereda la Pradera) y 30 del municipio de Paipa (veredas Medios, Jazminal y Salitre Alto) las cuales debían contar con las siguientes condiciones: vivir en predios rurales, tener producciones agrícolas y pecuarias dentro de los mismos, estar dispuesto a brindar información pertinente para esta investigación. Las herramientas utilizadas para recolectar la información fueron encuestas semiestructuradas, diálogos con los familiares (mayormente mujeres) y observaciones en los predios y las actividades desarrolladas dentro de los sistemas de producción, las cuales se elaboraron teniendo en cuenta el objetivo de esta investigación y preguntas de tipo abiertas y cerradas que conllevaran a la recolección de experiencias, perspectivas, comportamientos, entre otros, propios de las familias a estudiar.

Esta investigación tuvo como objetivo principal realizar un diagnóstico de las familias estudiadas para luego detectar y analizar los posibles cambios en el rol de la mujer campesina dentro de los sistemas productivos.

Una vez obtenida la información de las diversas familias se procedió a sistematizarla con el método de lista de conteo para favorecer la comprensión y análisis de los datos recogidos. Por último, se realizó la triangulación, análisis y conclusiones que se presentan en este artículo.

Resultados

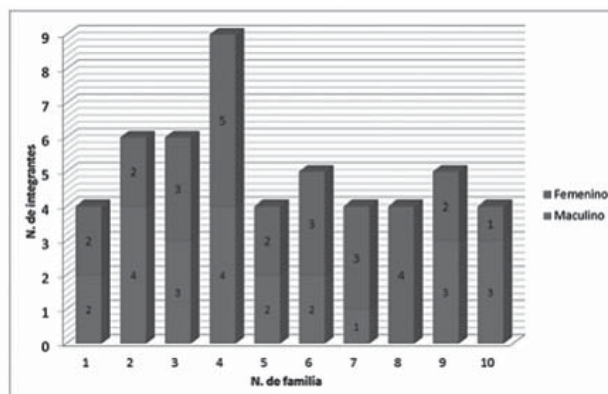
Rol de la mujer en el ámbito reproductivo

Las mujeres siempre han tenido el rol reproductivo a lo largo de su existencia; en este contexto, las labores del hogar se van transmitiendo a otras

mujeres que hacen parte de la familia (hijas, nietas, nueras, sobrinas, entre otras) haciendo que estas actividades sean compartidas y/o distribuidas entre las mismas. En este sentido, se podría creer que aquellas familias que tengan más miembros femeninos dentro de su núcleo familiar pueden ayudar en las labores reproductivas y contra-restar su tiempo de dedicación.

Lo anterior se puede apreciar en las familias estudiadas del municipio de Paipa y Duitama, dentro de las cuales las mujeres representan el 55% y 52,9% respectivamente y los hombres el 45%, y 47% (Figura 1); sin embargo, estos datos toman real importancia al observar las edades de estos grupos de género y conocer qué rol desempeñan dentro de sus predios.

(A)



(B)

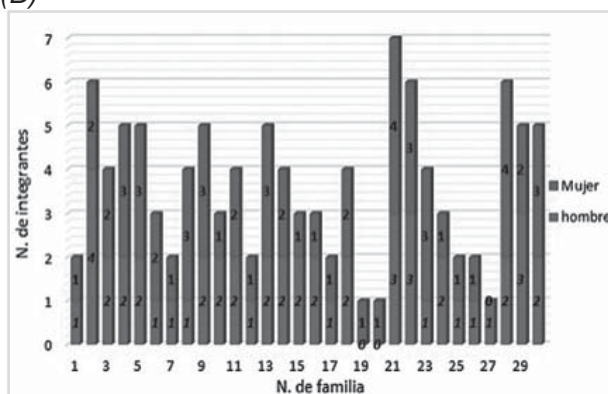


Figura 1. Composición por número y sexo de las familias estudiadas de los municipios de Paipa (A) y Duitama (B)

De acuerdo con lo observado en los municipios de Paipa y Duitama, los adultos comprendidos entre 30 y 69 años son los que más persisten en los predios (58.7% y 37.2% respectivamente) seguidos de los jóvenes y adolescentes entre 13 y 29 años (24.76% y 35.2% respectivamente, esto indica que la mayoría de las mujeres que se encuentran en los predios son adultas y por ello desempeñan mayormente las labores del hogar.

Sin duda, las jóvenes y adolescentes ayudan en las labores del hogar ya que luego de su jornada académica realizan dichas actividades (barren la casa, tienen las camas, lavan de vez en cuando la loza y su propia ropa, entre otras labores sencillas) y descansan a la madre de algunas de estas prácticas (ver Tabla 1). Sin embargo, aunque pa-

reciera que lo anterior disminuye la cantidad de actividades reproductivas que una mujer debe desarrollar en su día a día, al contrario duplica sus labores ya que se ven forzadas a desplazar sus actividades reproductivas por las productivas las cuales se describirán más adelante.

Un aspecto a resaltar es la intervención de los niños y jóvenes del género masculinos dentro del ámbito reproductivo, ya que estos están siendo concientizados por sus madres para colaborar en todos los oficios de la casa luego de sus jornadas académicas, igualando las responsabilidades dentro del hogar y descargándose de estos quehaceres (arreglo de la ropa, aseo del hogar, lavar la loza, tendida de camas, mandados, etc.) lo anterior se evidenció en el 60% de las familias estudiadas.

Tabla 1. Distribución de las labores reproductivas dentro del predio de las 10 familias más representativas

SISTEMA REPRODUCTIVO										
ACTIVIDAD	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Familia 5	Familia 6	Familia 7	Familia 8	Familia 9	Familia 10
Aseo del hogar	Hija	Madre, Hija	Madre, Hija	Madre, Hija	Madre, Padre	Madre, Hija, hijo	Madre, Padre	Hija	Madre, Hija	Madre, Hijo
Compra artículos hogar	Hija	Madre	Madre, Padre	Padre	Madre, Padre	Madre, Padre	Madre, Padre	Madre, Hija	Madre, Hija	Padre, Abuelo
Compra alimentos	Hija	Madre, Hija	Madre	Padre	Madre, Padre	Madre, Padre	Madre, Padre	Madre, Hija	Madre, Hija	Padre, Abuelo
Preparación alimentos	Madre	Madre, Hija	Madre, Hija	Madre	Madre	Madre, Padre	Madre	Madre, Hija	Madre, Hija	Madre
Arreglo Ropa	Familia	Madre, Hija, Hijo	Madre	Hija	Madre	Madre	Madre	Madre, Hija	Madre, Hija	N/A
Cuidado niños, ancianos	Hija	N/A	Madre	Padre	Madre	Madre, Padre	Madre	Hija	Madre, Hija	N/A
Educación, tareas	Hija	N/A	Madre	Familia	Madre, Padre	Madre	Madre, Padre	Hija	Madre, Hija	Madre, Hijo
Reuniones	Hija	Madre	Madre	Padre	Madre, Padre	Madre	Madre, Padre	Hija	Madre, Hija	Madre, Padre

N/A: actividad no existente en la familia

Convención: Intervención Femenina. Intervención Masculina. Intervención mixta

Por otra parte, cuando se investigó sobre las actividades principales y secundarias que realizan las mujeres de las familias implicadas, se pudo observar que aparte de su actividad principal de amas de casa y actividades reproductivas (tanto para adultas como para jóvenes) tienen varias actividades secundarias, que no están relacionadas con el contexto productivo de sus predios.

En este sentido, el 20% de las familias estudiadas del municipio de Paipa ha establecido en sus hogares pequeños negocios de distribución (tiendas) las cuales son atendidas por las mujeres; el 50% de las familias estudiadas del municipio de Duitama tienen mujeres que venden artículos por catálogo (cosméticos y ropa de reconocidas marcas a nivel nacional) y el 10 y 40% de las mujeres entrevistadas tejen y atienden labores en otros predios (lavar ropa, ordeñar, entre otros) respectivamente.

Es importante destacar que las labores secundarias (venta de artículos por catálogo, ayudar en la tienda familiar, jornales fuera del predio, entre otros), no solo las realizan los padres y madres sino también los hijos (estudiantes o no) que conviven en el mismo hogar, con el fin de obtener más ingresos económicos y ayudar al sostenimiento de la familia, ya que las mujeres que más actividades secundarias tienen son las que viven en los predios más pequeños, y/o tienen ausencia del padre o pocos miembros masculinos dentro del hogar (menos ingresos en la familia).

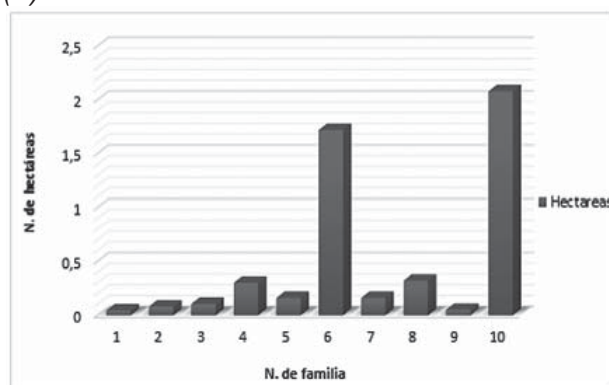
Rol de la mujer en el sistema agrícola y pecuario

El rol de las mujeres en los sistemas agrícolas y pecuarios se ve influenciado por factores como el tamaño del predio, presencia del padre como cabeza de hogar o género masculino dentro de la familia y tipos de producciones agrícolas y pecuarias desarrolladas.

Ante lo anterior, los predios que predominan en las familias encuestadas son microfundios, (igual

o menos de 2.5 hectáreas de acuerdo con el plan de desarrollo de Duitama (2008) y la oficina de planeación del municipio de Paipa (2010)), representados por un 70%, seguidos de los latifundios representados por un 16.7% y finalmente, los minifundios representados por un 13.3%, como se observa en las figura 2.

(A)



(B)

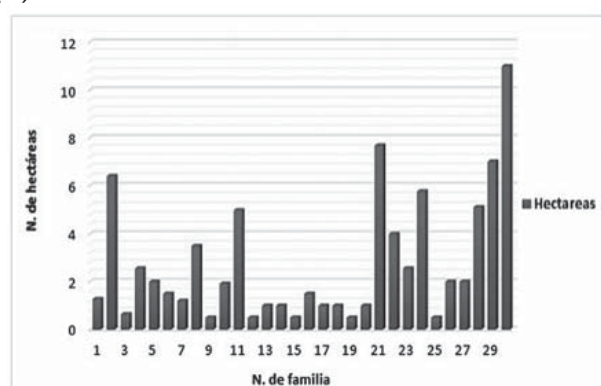


Figura 2. Tamaño de los predios de las familias estudiadas de los municipios de Paipa (A) y Duitama (B).

De acuerdo al tamaño de los predios, las familias campesinas encuestadas presentan producciones agrícolas y pecuarias pequeñas con el objetivo de proporcionar alimento a sus familias (autoabastecimiento) y vender en algunos casos, los excedentes de producción (papa, maíz, frutas, cilantro, papayuela, entre otros); los productos agrícolas que más se cultivan se muestran en la Figura 3, los cuales son destinados en su mayoría al autoconsumo y en menor cantidad a la venta.

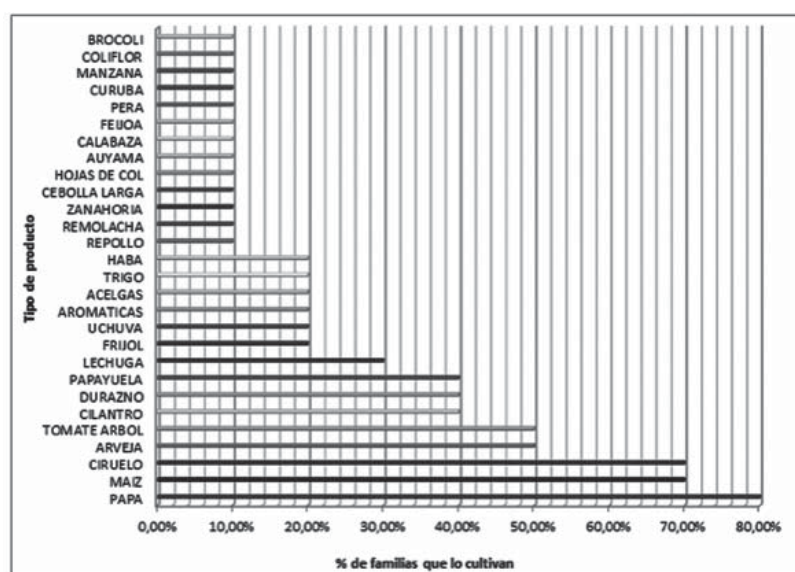


Figura 3. Productos agrícolas cultivados en las familias estudiadas

Fuente: autores, a partir de trabajo de campo 2011.

En estos sistemas agrícolas, la intervención de las mujeres ha venido aumentando en los últimos 10 años, según Farah (2004) ya que se evidencia la introducción de las mismas en la mayoría de las actividades como: adecuación de terrenos (45% de las familias estudiadas), aplicación de abonos (30%), siembra de semilla (55%) cosecha (65%) y venta de los productos agrícolas (40%);

actividades que antes eran exclusivas del género masculino (ver tabla 2).

Lo anterior se debe según conversaciones con las madres, a la escasa posibilidad de contratar mano de obra externa y a la poca extensión de los predios en donde los cultivos son pequeños y se hace necesaria la intervención de todos los miembros de la familia.

Tabla 2. Distribución de las labores agrícolas dentro del predio de las 10 familias más representativas

	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Familia 5	Familia 6	Familia 7	Familia 8	Familia 9	Familia 10
SISTEMA AGRICOLA										
Adecua- ción de terreno	Hijo	Padre	Hijo	Padre, Hijo, Hija	Padre, Madre	Padre	Padre, Madre	Hijo, Hija	Padre	Padre, Hijo, Abuelo
Aplicación de Abonos	Hijo	Padre	Padre	Padre, Hijo	Padre, Madre	Padre	Padre, Madre	Hijo, Hija	Padre	Padre, Hijo, Abuelo
Siembra de semilla	Hijo	Padre, Hijo	Padre, Madre, Hijo, Hija	Padre	Padre, Madre	Padre, Hijo	Padre, Madre	Hijo, Hija	Padre	Padre, Hijo, Abuelo, Madre
Deshierbe	Hijo	Padre	Hijo	Padre, Hijo	Padre, Madre	Padre	Padre, Madre	Hijo, Hija	Padre	Abuelo
Riego	Hija, Madre	Padre, Madre	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Cosecha	Hijo, Hija, Madre	Padre	Padre, Madre, Hijo, Hija	Padre, Hijo	Padre, Madre	Padre, Hijo	Padre, Madre	Hijo, Hija	Padre	Padre, Abuelo, Madre
Venta productos	Hijo	Padre, Madre, Hijo	Padre	Padre	Padre	Padre, Madre	Padre	Hijo, Hija, Madre	Padre	Madre

Convención: Intervención Femenina. Intervención Masculina. Intervención mixta

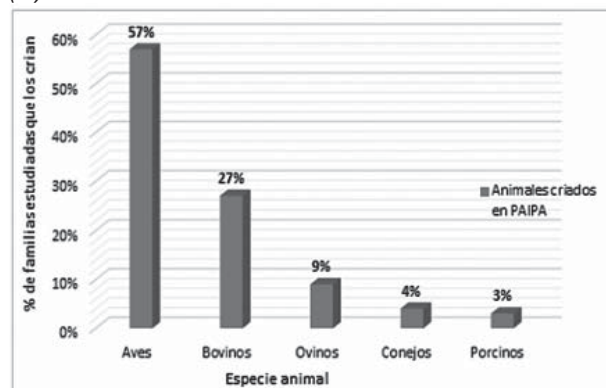
Además, ante la necesidad de que los hombres salgan a buscar jornales fuera del predio familiar hace que las mujeres que se quedan en el hogar, tengan que hacerse cargo de los cultivos pequeños en sus “ratos libres”, disminuyendo drásticamente las posibilidades de descanso, multiplicando el trabajo de las mismas y aumentando las jornadas laborales.

Un punto importante a resaltar es la participación de los hijos (sobre todo los jóvenes ya sean hombres o mujeres) en las labores agrícolas, ya que en el 80% de las familias encuestadas estos deben ayudar con las labores productivas, pues su mano de obra es indispensable para el cultivo de productos destinados a la venta o al autoconsumo (ver Tabla 2).

En las familias donde el padre está ausente, las madres y los hijos (ya sean mujeres u hombres) comparten las actividades agrícolas, siendo estos últimos los encargados de hacer las labores de fuerza (adecuación de terreno, deshierbe, etc.) y la madre la encargada de las labores de gestión (recolecta y venta de cosechas). Cuando los hijos son menores de 10 años, son tenidos en cuenta para actividades pequeñas (recolecta de hierbas, aromáticas, frutas del piso, entre otras), son actividades de ayuda, sin embargo, su participación en las labores agrícolas no es visible.

En cuanto a los sistemas pecuarios, estos se basan mayormente en la cría de aves y bovinos, ya que la cría de otros animales ha venido disminuyendo en los últimos 5 años (según diálogos con las madres) tal cual como se evidencia en las Figura 4. Las aves y conejos son destinados principalmente al autoconsumo, mientras que los bovinos, porcinos, caprinos y ovinos son destinados a la venta.

(A)



(B)

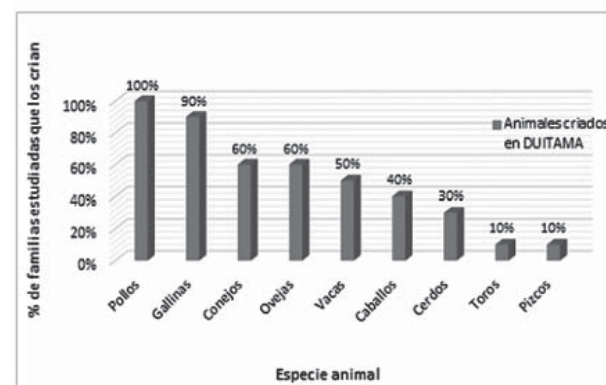


Figura 4. Especies criadas por las familias estudiadas de los municipios de Paipa (A) y Duitama (B)

Como se puede apreciar en la figura 4, las aves de corral son las que más se crían, debido a que son animales fáciles de cuidar, requieren pocos insumos y áreas de terreno dentro del predio, y producen huevos y carne como fuente de proteína primordial para la familia. No todas las familias crían conejos debido a que su consumo no es tan frecuente y en el mercado su demanda es baja comparada con la de otras carnes (res y pollo). Los demás animales se crían en menor proporción, debido a sus requerimientos nutricionales, necesidades de espacio dentro del predio y altos costos de producción.

En las actividades de cría de especies menores (aves, conejos, ovinos caprinos y cerdos) la participación del padre es escasa, contrario a la cría de grandes especies como los bovinos, donde el padre o figura masculina adulta del hogar es quien realiza las actividades correspondientes a la adecuación de los potreros (cercado, bebedero, saladero) y algunas veces, el arreo (o traslado) de los animales, labor que últimamente está siendo desempeñada por las mujeres.

Indiscutiblemente, las mujeres juegan un papel fundamental en la permanencia y manejo de los animales en los predios (ver Tabla 3); en el 90% de las familias estudiadas son las encargadas de la compra, alimentación y manejo de los animales al igual que del aseo de las producciones con el apoyo de los demás miembros de la familia (hijos).

Tabla 3. Distribución de las labores pecuarias dentro del predio de las 10 familias más representativas

	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Familia 5	Familia 6	Familia 7	Familia 8	Familia 9	Familia 10
SISTEMA PECUARIO										
Adecua Potreros/Instalaciones	Hijo	Madre	Madre, Padre	Padre, Hijos	Madre, Padre	Padre	Madre, Padre	Hija, ***Hijos	Padre	Madre
Compra animales	Madre	Madre	Madre, Padre	Madre	Padre	Madre, Padre	Padre	Madre, Hija	Madre	Madre, Hijos
Alimenta.	Madre	Madre, Hija	Madre, Padre	Madre	Madre	Madre, Padre	Madre	Madre, Hija	Madre	Madre, Hijos
Aseo	Madre	Madre, *Hijo	Madre	Padre, Hijos	Madre, Padre	Madre, Padre	Madre, Padre	Madre, Hija	Madre	Madre
Vacuna /desparasita	N/A	Madre, Padre	**Otros	N/A	Madre, **Otros	N/A	Madre, **Otros	N/A	N/A	N/A
Arreo ganado	N/A	Madre	Hijos	Padre, Madre, Hijos	Madre	Padre	Madre	Hija, Nietos	Hija	Madre, Hijos
Recolecta Productos	Madre	Madre	Madre	Hijas	Madre, Hijos	Madre, Padre	Madre, Hijos	N/A	Hija, Hijo	Hijos
Ordeño	N/A	Madre, Hija	Padre	N/A	Madre, Hijos	Madre, Padre	Madre, Hijos	N/A	N/A	N/A
Procesa Producto	Madre	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Madre	N/A
Venta producto	Hija	Madre	Madre, Padre	Padre	Madre	Madre	Madre	Hija	Madre	Madre
Sacrificio animales	Madre	Madre *Hijo	Madre	Madre	Madre, Padre	Madre, Padre	Madre, Padre	Madre, Hija	Madre	Madre

* Niño especial; ** Técnicos agropecuarios; *** Hijos que no viven en el predio. N/A: actividad no existente en la familia

Convención: Intervención Femenina. Intervención Masculina. Intervención mixta

En este sentido, las madres efectúan el ordeño, alimentación de los animales, preparación de productos (queso, cuajadas, kumis) y en algunos casos intercambio de productos como leche, huevos, verduras, por sal, panela, entre otros. Adicionalmente, las niñas, jóvenes y adolescentes (género femenino) ejercen en este ámbito productivo una labor de ayuda en todas las actividades descritas anteriormente, además de recolectar productos (huevos), asear los implementos de manejo (cantinas) y alimentación de los animales (sirven sal y agua al ganado, limpieza de bebederos y comederos).

Rol de la mujer en la comercialización de los productos y labores extraprediales

Las mujeres de las familias encuestadas han tenido una mayor participación en la venta de los productos cosechados en sus predios (frutales, verduras, leche, huevos, aves, quesos, lana, entre otros), ya que al dedicarse mayor tiempo a estas producciones han empezado a tener mayor poder de decisión y control sobre las mismas.

Además, ellas han buscado diversos lugares donde pueden vender sus productos a mayor precio, ya que la mayoría de las mujeres entrevistadas (28 madres), reportaron que en las plazas de mercado locales el precio de los productos es muy bajo y no les pagan lo que en verdad pueden valer sus productos. Es así, que los productos se comercializan en diferentes lugares que van desde los vecinos y familiares, las tiendas de sus propias casas o municipales, hasta terminales de transporte, famas e intermediarios.

Los productos agrícolas como ciruelos y duraznos son vendidos por las mujeres en las terminales de transporte más cercanas; la arveja, la papayuela y el tomate de árbol son vendidos en la plaza de mercado local, otros productos pequeños son vendidos a los vecinos o en sus tiendas. Los demás productos agrícolas que se cultivan en mayor cantidad como la papa, maíz y la cebolla son vendidos por el padre cabeza de hogar o figura masculina de la familia (hijo mayor o hermano).

Sin embargo, aunque las mujeres son las que realizan la venta de los productos agrícolas, no siempre controlan el dinero obtenido de las mismas, ya que deben rendir cuentas al hombre cabeza de hogar cuando está presente; el porcentaje del dinero recolectado que deben entregar fue difícil de cuantificar, pues las mujeres encuestadas no facilitaron la información; no obstante, de los recursos monetarios recolectados de estas ventas entre el 70 y 80% debe ser entregado al jefe de hogar.

En cuanto a los productos derivados de la actividad pecuaria las mujeres tiene un mayor control sobre la venta y los recursos monetarios adquiridos; ellas son las encargadas de la venta de la leche, huevos y demás productos propios de especies como aves, conejos, caprinos, ovinos y cerdos. La leche es vendida a los vecinos, a la procesadora de leche de la vereda y al carro lechero; los pollos son vendidos a vecinos y familiares, en la plaza de mercado y en las tiendas de sus casas, y los huevos a los vecinos y tiendas de sus casas.

Los bovinos de engorde son vendidos por el hombre cabeza de hogar o figura masculina de la familia (hijo mayor o hermano) en las plazas de mercado locales y famas directamente de Paipa y Duitama.

En cuanto al control de los recursos monetarios obtenidos por la venta de los productos pecuarios, las mujeres tan solo entregan al hombre cabeza de hogar entre el 20 y el 30% de los recursos económicos recolectados, lo que significa que ellas pueden decidir y destinar la mayoría de dichos excedentes, los cuales casi siempre designan para comprar nuevos animales, reemplazar los vendidos y seguir con la producción pecuaria, compra de otros alimentos, ropa y artículos de aseo para su familia y gastos personales.

Por otra parte, las labores extraprediales fueron descritas previamente sin embargo, las mujeres madres las desarrollan con el fin de aumentar los ingresos monetarios pero no las destinan para sus propias necesidades (aseo personal, transporte, ropa, recreación, descanso, educación, entre otros) sino para complementar los recursos monetarios obtenidos por la familia y comprar alimentos y útiles necesarios para el hogar.

Las labores extraprediales desarrolladas por los hijos (jóvenes, adolescentes) son desarrolladas mayormente para suplir las necesidades económicas de ellos mismos (estudio, gastos de transporte, aseo, recreación, otros) y poco destinan para alimentación y demás gastos del hogar, los cuales deben ser asumidos por los padres.

Rol de la mujer en el acceso y control de los recursos

Como se ha descrito anteriormente, las mujeres de las familias estudiadas han tomado un papel verdaderamente participativo en el ámbito productivo de sus predios, lo que conlleva a que también tengan un verdadero acceso y control de los recursos (tierra, agua, alimentos, animales, dinero), ya que tienen todas las oportunidades de hacer uso

de los mismos dentro de sus predios para satisfacer sus propias necesidades y las de su familia.

Adicionalmente, el poder decisivo de las mujeres dentro de sus predios ha ido aumentando con respecto al de los hombres, ya que sus decisiones son tomadas en cuenta por los mismos tanto en el sistema agrícola, pecuario y reproductivo, según como se puede apreciar en

las Tablas 4, 5 y 6 y en conversaciones con las familias implicadas.

En el contexto reproductivo, las madres han empezado a tomar decisiones que son tenidas en cuenta por los jefes de hogar en cuanto a la distribución de los recursos económicos, educación de la familia (niños y jóvenes) y participación fuera de sus predios (ver Tabla 4).

Tabla 4. Toma de decisiones de las labores productivas y reproductivas dentro del predio de 10 familias representativas

	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Familia 5	Familia 6	Familia 7	Familia 8	Familia 9	Familia 10
SISTEMA REPRODUCTIVO										
Educación de la Familia	Madre	Madre	Padre	Padre, Madre	Padre, Madre	Madre	Padre, Madre	Hija	Padre, Madre	Madre
Organización de la Vivienda	Madre	Padre, Madre	Madre	Padre, Madre	Padre, Madre	Madre	Padre, Madre	Hija	Padre, Madre	Madre
Salida a Trabajar	Familia	Familia	Padre, Madre	Padre	Padre	Madre	Padre		Padre, Madre	Padre
Dinero de Alimentación	Madre	Padre	Padre, Madre	Padre	Padre	Padre, Madre	Padre	Familia	Madre	Padre
Dinero Mobiliarios y Utensilios	Familia	Padre, Madre	Madre	Padre	Padre, Madre	Madre	Padre, Madre	Familia	Madre	Padre, Abuelo
Dinero Recreación	Familia	Padre, Madre	Madre	Padre	Padre, Madre	Padre, Madre	Padre, Madre	Familia	Padre, Madre	Padre, Abuelo
Participación de Reuniones Veredales	Familia	Madre	Padre	Padre, Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre, Madre	Abuelo

Convención: Intervención Femenina. Intervención Masculina. Intervención mixta.

En lo que respecta a las producciones agrícolas, los hombres en su mayoría deciden la distribución del terreno y qué y cuándo sembrar, mientras que las mu-

jes deciden el destino de la producción y parte de las utilidades. En pocas familias (solo en 2 familias) estas decisiones se toman en conjunto (ver Tabla 5).

Tabla 5. Toma de decisiones de las labores agrícolas dentro del predio de 10 familias representativas

	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Familia 5	Familia 6	Familia 7	Familia 8	Familia 9	Familia 10
SISTEMA AGRICOLA										
Distribución de la tierra	Familia	Padre	Padre	Padre	Padre	Padre	Padre	Madre	Padre, Madre	Padre, Abuelo
Cultivos a sembrar	Familia	Padre	Padre	Padre	Padre	Padre, Madre	Padre	Madre	Padre, Madre	Padre, Abuelo
Tipo y cantidad de insumos		Padre	Padre	Padre	Padre	Padre, Madre	Padre	Madre	Padre	Padre, Abuelo
Tecnología a utilizar	Familia	Padre	Padre	Familia	Padre	Padre	Padre	Familia	Padre	Padre, Abuelo
Destino de la producción	Familia	Padre	Padre	Padre	Padre, Madre	Padre, Madre	Padre, Madre	Madre	Padre	Padre, Abuelo
Destino de utilidades		Padre, Madre	Madre	Padre	Madre	Padre, Madre	Madre	Familia	Padre	Padre, Abuelo
Intercambio de productos										

Convención: Intervención Femenina. Intervención Masculina. Intervención mixta.

En cuanto a las producciones pecuarias, las mujeres tienen un gran poder decisivo dentro del predio; en la mayoría de las familias estudiadas ellas son las que resuelven qué especies y cómo se crían dentro de la unidad productiva; además,

deciden sobre la venta de los productos y el destino de los ingresos. Esto se refleja mayormente en las especies pequeñas (aves, cerdos, conejos, ovinos y caprinos) como se evidencia en el análisis del sistema avícola en la Tabla 6.

Tabla 6. Toma de decisiones de las labores pecuarias dentro del predio de 10 familias representativas

	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Familia 5	Familia 6	Familia 7	Familia 8	Familia 9	Familia 10
SISTEMA PECUARIO										
Animales a Producir	Madre	Madre	Padre	Familia	Madre	Padre, Madre	Madre	Madre	Padre, Madre	Padre, Abuelo
Tipo y cantidad de insumos		Madre	Padre	Familia	Padre, Madre	Padre, Madre	Padre, Madre	Madre	Padre	Padre, Abuelo
Tecnología a utilizar	Padre	Madre	Padre	Padre	Padre, Madre	Padre, Madre	Padre, Madre	Madre	Padre	Padre, Abuelo
Destino de la producción	Madre	Padre	Padre, Madre	Madre	Madre	Padre, Madre	Madre	Familia	Madre	Abuelo
Destino de utilidades	Madre	Padre	Padre	Madre	Madre	Padre, Madre	Madre	Familia	Padre, Madre	Padre, Abuelo
Intercambio de productos						Padre, Madre			Madre	
PRODUCCIÓN AVICOLA										
Compra de animales	Madre	Madre	Madre	Madre	Padre, Madre	Padre, Madre	Padre, Madre	Familia	Madre	Padre
Lugar y tipo de instalaciones	Madre	Madre	Madre	Padre	Padre	Padre, Madre	Padre	Madre	Padre, Madre	Padre, Madre
Alimentación	Madre	Padre, Madre	Madre	Madre	Madre	Padre, Madre	Madre	Familia	Madre	Padre
Manejo en General	Madre	Madre	Madre	Madre	Madre	Padre, Madre	Madre	Familia	Madre	Madre
Venta de Productos	Madre	Madre	Madre	Padre, Madre	Madre	Padre, Madre	Madre	Madre	Madre	Padre, Madre
Destino de Ingresos	Madre	Padre, Madre	Madre	Madre	Madre	Padre, Madre	Madre	Madre	Madre	Padre

Convención: Intervención Femenina. Intervención Masculina. Intervención mixta.

Aunque en esta investigación no se estudió a fondo el contexto social - comunitario en el cual se desenvuelven las mujeres estudiadas, se pudo evidenciar que las mismas están empezando a tener control sobre las relaciones con su entorno, ya que desde hace 10 años, según Farah (2004), y según lo encontrado en esta investigación, se nota aún más el acompañamiento y/o asistencia de las mismas junto con sus esposos o género masculino a las reuniones veredales, de colegios de sus hijos y municipales (capacitaciones en la Alcaldía Municipal), entre otras (Tabla 4).

Discusión y conclusiones

Los anteriores resultados demuestran que el rol de la mujer en los contextos de los sistemas productivos ha ido cambiando en los últimos 20 años, ya que estudios como el de Pérez (1985), demuestran que en los años 80 la actividad principal de las mujeres en un 64.5% era el hogar, un 26.5% el estudio, sólo 2 mujeres reportaban la agricultura como su actividad principal y 3 la ganadería. Además, un estudio realizado en los años 90 por Farah (1996) evidencia que las mujeres ya tenían alguna participación en las labores agrícolas cuando ellas estaban en sistemas de producción con presencia de policultivos o donde el cultivo del tabaco era importante.

En este sentido, la mujer ha tenido que empoderarse de sus producciones y en los últimos 10 años del manejo de los recursos en general de sus predios. Este empoderamiento va direccionado al aumento de las actividades que debe realizar en su diario vivir y a las alternativas que ellas están utilizando para aliviarse de algunos trabajos (básicos del ámbito reproductivo) y poder hacerse cargo de otros (productivos y extraprediales) donde los hijos de todas las edades están involucrados.

Además, en el ámbito reproductivo de las familias estudiadas aunque las madres están buscando la ayuda de sus hijos para descargarse de dichas actividades, siguen estableciéndose situa-

ciones de “*jerarquías en el trabajo del hogar*”, lo que coincide con lo expuesto por Peredo citado en León (2003) quien explica que aunque todos ayudan con las labores reproductivas, la división del trabajo al interior de la familia reproduce la pirámide social en la que las mujeres ocupan la base, realizando las tareas más extenuantes y lo hacen con una mayor responsabilidad y vinculación identitaria.

Adicionalmente, las madres de las familias estudiadas siguen realizando las labores “gruesas” del hogar como cocinar, lavar la ropa de la mayoría de la familia, asear la mayor parte de la casa, velar por la cantidad y calidad de los alimentos entre otros; mientras que los hijos se hacen cargo ocasionalmente de arreglar sus cuartos, lavar su ropa, entre otras labores sencillas.

En cuanto al contexto productivo y más específicamente al agrícola, las mujeres (jóvenes, adolescentes y adultas) de las familias estudiadas han tenido que intervenir de forma activa para poder sacar adelante sus cultivos y tener cosechas para su consumo y venta; esta situación es repetitiva en la mayoría de los sistemas agrícolas campesinos a nivel nacional e internacional, ya que según Ballara, Damianovi & Valenzuela (2012), quienes demuestran la relación entre la mujer y la agricultura en América Latina, afirman que en promedio el 78,5% de las mujeres rurales, casi como patrón constante para la región, están incorporadas de manera activa al trabajo agrícola a partir de los 15 años de edad y hasta los 59 años, lo cual sucede en las familias estudiadas en donde el 80% de las mujeres están vinculadas.

En cuanto al contexto productivo pecuario, el que las mujeres de las familias estudiadas se hagan cargo de la mayoría de las actividades que conllevan estos sistemas, apoya lo que se ha venido afirmando en estudios de género como los de Farah (2003), Valderrama & Mondragón (2008) y Giraldo (2008), en donde se ha demostrado que las mujeres son las que se encargan de las labores productivas de las especies menores y que en los

últimos tiempos aportan ingresos económicos al hogar, debido a la venta de los productos obtenidos de los animales criados; no obstante, ahora las mujeres tienen más poder sobre los recursos económicos recolectados por estas producciones y pueden ejercer más control y autonomía sobre los mismos.

Lo anterior contradice lo expuesto por el PIDAAS-SA (2005), entidad que por medio de talleres desarrollados en algunas comunidades, ha descrito que el dinero que trae u obtiene el esposo es utilizado para gastos complementarios: ropa, educación, salud y vivienda, mientras que el ingreso por comercialización o trueque que realiza la esposa, es destinado para la alimentación familiar, por ello los ingresos de la comercialización que realiza la mujer, y su destino en el hogar es percibido como algo marginal, casi “invisible” y sin importancia.

En este sentido, las mujeres de las familias estudiadas de los municipios de Paipa y Duitama aportan verdaderamente a la economía de sus familias, ya que con estos ingresos suplen varias necesidades que no se solventan con el solo ingreso del padre cabeza de hogar, lo cual coincide con lo expuesto por Cervera *et al.* (1995, p. 85).

Otro aspecto importante a resaltar es la vinculación de las mujeres de las familias estudiadas al mercado, lo cual concuerda con lo descrito por Ospina (1998, p. 27), quien enfatiza que la distribución formal e informal de productos a través de ventas en los mercados locales, son manejados mayoritariamente por mujeres; sin embargo, conociendo que ellas todavía deben entregar cuentas (monetarias) a sus respectivos esposos y no se les valora en cierta manera el tiempo dedicado a su labor, sigue existiendo la llamada invisibilización del trabajo femenino, descrita por Ospina (1998, p. 26).

En este sentido, vale la pena resaltar que estas mujeres siguen teniendo un patrón de largas jornadas de trabajo, gracias a las múltiples actividades que los contextos productivos, reproductivos y extraprediales les exigen y aunque el tiempo que

las mujeres dedican a cada una de ellas no fue cuantificado en este estudio, algunas cifras como las citadas por Ospina (1998, p. 30), describen que la jornada diaria de la mujer productora de alimento es de 13.6 horas o más, de las cuales el 54% lo destinan a las actividades domésticas y el restante 46% a actividades productivas, comunitarias y de estudio.

Hoy en día las jornadas pueden ser más largas, ya que las actividades extraprediales (tiendas dentro de sus casas, atender otras fincas, etc.) y de comercialización de sus productos hacen parte del día a día de las mujeres campesinas.

En definitiva, los roles de las mujeres campesinas estudiadas han sufrido un cambio en los últimos 10 años, en el sentido que ellas ahora hacen parte activa de sus sistemas productivos y económicos, tienen más acceso a los recursos de sus predios y ejercen más control y poder de decisión dentro de sus predios que 20 años atrás. Sin embargo, este empoderamiento tiene un gran precio: *doblegar su carga laboral y transferir algunas funciones básicas a sus hijos*, los cuales solo estarán mientras cumplan edad para formar sus propios hogares y/o migrar a otros lugares.

Adicionalmente, ellas ahora hacen parte activa de las reuniones de las veredas, colegios, distritos de riego, entre otras, a las cuales muchos hombres por falta de tiempo (atender labores extraprediales) no pueden asistir.

Los cambios encontrados en los roles de las familias estudiadas reflejan la realidad de las mujeres campesinas de casi toda una región o un departamento; sin embargo, aunque los predios, reuniones, mercados y otros lugares estén llenos de mujeres campesinas, las leyes, programas y demás políticas públicas no tienen impreso de forma activa la cuantificación de su trabajo, la representación verdadera de su nuevo rol y menos la intervención de las mismas en el sostenimiento de sus familias. En pocas palabras, la remuneración efectiva por sus múltiples labores y esfuerzos cotidianos.

Dicho de otra manera la invisibilización continúa, y las mujeres campesinas siguen “echándose al hombro” el doble de trabajo por algún peso extra.

Este escrito pretende hacer visible los cambios en el rol de la mujer y al mismo tiempo, el estancamiento de la sociedad y las políticas públicas ante los nuevos cambios campesinos. En este sentido, se hace necesario hacer más estudios en nuestra región que divisen y transmitan las actividades que las mujeres campesinas están realizando, y ayuden de cierta manera a presionar un cambio en el sentir y vivir de la sociedad hacia nuestros campesinos boyacenses.

Literatura citada

- Abello, D. & Blanco, V. (2007). La cestería en el municipio de Tenza, Boyacá, oficio tradicional de las mujeres. tesis de pregrado. (Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Sociales). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. Colombia.
- Ballara, M., Damianović, N. & Valenzuela R. (2012). Mujer, agricultura y seguridad alimentaria: una mirada para el fortalecimiento de las políticas públicas en América Latina. En: ADDRESSING INEQUALITIES The Heart of the Post-2015 Development Agenda and the Future We Want for All Global Thematic Consultation. Recuperado de: <http://www.marcelaballara.cl/genydes/2012%20Mujer,%20agricultura%20y%20seguridad%20alimentaria%20Ballara%20Damianovic%20Valenzuel.pdf>
- Buitrago, L. & Guerrero, J. (2009). De guerras y mujeres: La violencia en el Occidente de Boyacá, segunda guerra de las esmeraldas 1984-1990. tesis de pregrado. (Licenciatura en Ciencias Sociales). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. Colombia.
- Farah, M. A. (1996). Equidad de género y sostenibilidad de sistemas de producción en el medio rural. Evidencias empíricas en la cuenca media del río Chicamocha. Boyacá, Colombia. Tesis de maestría en Desarrollo Rural). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.
- Farah, M. A. & Pérez, E. (2003). Mujeres rurales y nueva ruralidad en Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*. 51. p. 139. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.
- Escorcía, H. S. (2005). Análisis y evaluación de una política pública que pretende la equidad de género: Estudio de caso: Consejo comunitario de mujeres departamental de Boyacá. (tesis de grado de pregrado en Ciencia Política). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.
- Farah, M. A. (1996). Equidad de género y sostenibilidad de sistemas de producción en el medio rural evidencias empíricas en la cuenca del Río Chicamocha-Boyacá. (tesis de grado Maestría en Desarrollo Rural). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.
- Forero, J. (2003). Economía Campesina y Sistema Alimentario en Colombia: aportes para la discusión sobre seguridad alimentaria. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- Forero, E. G. (2003). Mujer rural y seguridad alimentaria estudio de caso en la vereda Guanegro del municipio de Puerto Boyacá. (tesis de grado pregrado Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. Colombia.
- Garzón, E., Palacio, M. & Blanco, V. (2007). Estudio socio cultural y económico de la mujer campesina en el Municipio de Oicatá Boyacá. (tesis de grado pregrado Licenciatura en Ciencias Sociales). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. Colombia.
- Giraldo, O. F. (2008). Seguridad alimentaria y producción pecuaria campesina: el caso de la localidad rural de Sumapaz. *Revista Luna Azul*. 27. p 49. Universidad de Caldas. Colombia.
- IICA. (2000). Mujeres y equidad de género en la nueva visión de la ruralidad. Una propuesta del IICA para la acción estratégica. San José.
- León, M. (2003). Mujeres y trabajo: cambios imposterables. 1ª. Ed. Veraz Comunicação, Porto Alegre, Brasil.
- Pérez, E. (1985). Condiciones de producción y de los productores de papa, maíz, tabaco y trigo en el norte de Boyacá: una experiencia de investigación participativa. Fundación San Isidro - Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.
- PIDAASSA. (2005) Programa de intercambio, dialogo, asesoría en agricultura sostenible y seguridad alimentaria. Taller de Diagnóstico de Comercialización Campesina e Inventario de Mejoras. Memorias. 09, 10 y 11 de agosto. Llata – Huanuco.
- Rodríguez, R. & Rodríguez, R. (1988). Participación de la mujer campesina en el trabajo familiar campesino en el municipio de Motavita (Boyacá). (tesis de grado pregrado Economía). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. Colombia.
- Torres, N. F. (2004) Una evaluación de la participación local de las mujeres con perspectiva de género en proyectos forestales municipales: El caso de “la Protección y Recuperación de la Microcuenca del Río Monquirá”, municipio de Sogamoso (Boyacá). (tesis de grado Especialización Cooperación Internacional y Gestión de Proyectos para el Desarrollo). Universidad Externado de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Valderrama, M. & Mondragón, H. (1998). Desarrollo y Equidad con Campesinos. Misión Rural. IICA. Volumen 2. Bogotá. Colombia.
- Vera, Z. A. (1999) El desarrollo rural y la participación femenina: Estudio de caso Socotá - Boyacá. (tesis de grado Pregrado Veterinaria). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Ospina, R. I. (1998). Para empoderar a las mujeres rurales. 1ª. Ed. Bogotá. Colombia.

Recibido: 02 de abril de 2014
 Aceptado: 06 de mayo de 2014

Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao L.*) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar (Colombia)

Sensorial evaluation of cacao (*Theobroma cacao L.*) cultivated in the southern region of Bolivar department (Colombia)

Avaliação sensorial do cacau (Theobroma cacao L.) cultivado na região sul do departamento de Bolivar (Colômbia)

Johana Andrea Guzmán Duque¹ & Sonia Liliana Gómez Prada²

¹Ingeniera de alimentos, Joven Investigadora Colciencias. ²Ingeniera de alimentos, Especialista en Evaluación Sensorial Alimentaria, Magister en Ciencias de la Educación

^{1,2}Programa de Ingeniería Química, Línea de Investigación en Procesos Agroindustriales. Facultad de Ingeniería, Arquitectura, Artes y Diseño. Universidad de San Buenaventura, Seccional Cartagena. Calle Real de Ternera No. 30-966 - PBX 653 5555 - Fax 653 9590. Colombia.

¹ingenieraguzman@gmail.com ²sgomez@usbctg.edu.co

Resumen

El departamento de Bolívar (Colombia) presenta condiciones aptas tanto agrícolas como culturales para el desarrollo productivo de cacao de fino aroma. Esta actividad ofrece una oportunidad conveniente para su desarrollo sostenible, económico y de proyección social. La presente investigación evaluó las características sensoriales del cacao *Theobroma cacao L.* en seis municipios del sur de Bolívar para determinar atributos propios y diferencias significativas entre estas regiones; para esto se realizó un muestreo de granos secos y mazorcas de cacao, de los clones más representativos de cada municipio. El proceso se llevó a cabo con 18 jueces capacitados para detectar, describir y discriminar propiedades sensoriales en el cacao, quienes evaluaron las muestras a través de cuatro pruebas sensoriales específicas diseñadas para realizar la caracterización organoléptica del cacao de Bolívar, seleccionando para este fin

las pruebas descriptivas de perfil de sabor y análisis cuantitativo y las pruebas discriminativas de ordenamiento y escalar de control. El análisis físico y sensorial del grano reveló la correlación entre las condiciones agroecológicas y tecnológicas (especialmente aquellos que tienen que ver con las operaciones de fermentación y/o beneficio) con las cualidades sensoriales que éste posee en sus atributos de sabor y aroma.

Palabras clave: percepción, evaluación sensorial, cacao, beneficio, calidad.

Abstract

Bolivar department (Colombia) presents competent conditions as agricultural as cultural conditions for the productive development of fine aroma cacao. This activity offers a convincing opportunity for its sustainable development, economic

development and social projection. The following research evaluated the sensorial characteristics of cacao *Theobroma cacao* L. in six regions in the southern part of Bolívar in order to determinate its own attributes and significant differences between these regions. For this purpose, a dry grains and cacao pods sampling was carried out, from the most representative clones of each region. The process was carried out with 18 judges trained to detected, describe and discriminate sensorial properties of cacao, who evaluated the samples though four sensorial test specifically designed to make the organoleptic characterization of cacao from Bolívar, selecting for his goal the descriptive test of taste and quantitative analysis and the discriminative arranging test and the control scaling. The physical and sensorial ground analysis revealed the correlation between the agro-ecological and technological conditions (especially those related with fermentation operations and/or benefit) with sensorial qualities that this one possesses in its taste and aroma attributes.

Key-words: perception, sensorial evaluation, cacao, benefit, quality

Resumo

O departamento de Bolívar (Colômbia) tem apropriadas as condições agrícolas e culturais para

o desenvolvimento produtivo do cacau de fino aroma. Esta atividade fornece uma oportunidade conveniente para projeção de desenvolvimento económico e social sustentável. Este estudo avaliou as características sensoriais de cacau *Theobroma cacao* L. em seis municípios do sul de Bolívar para determinar os atributos e diferenças significativas entre estas regiões. Foi feita uma amostragem de grãos secos e frutos de cacau dos clones mais representativos cada município. O processo foi conduzido com 18 juízes treinados para identificar, descrever e discriminar propriedades sensoriais em Cocoa, que avaliaram as amostras através de quatro testes sensoriais específicas destinadas a realizar caracterização sensorial do cacau de Bolívar, a seleção para esta finalidade foi com testes descritivos do perfil de sabor, análise quantitativa, testes discriminativos e sistema de controle de escala. Análise física e sensorial do grão mostrou a correlação entre condições agro-ecológicas e tecnológicas (especialmente aqueles que têm a ver com as operações de fermentação e / ou lucro) com as qualidades sensoriais de que dispõe em seus atributos de sabor e aroma.

Palavras-chave: percepção, avaliação sensorial, cacau, lucro, qualidade

Introducción

Los tipos de cacao comercial cultivado en Colombia, se han clasificado en diferentes grupos por varios autores como Morris, Hart, Preus, Van Hall & Chessman citado por Corpoica (1981). En 1932, apareció por primera vez la clasificación de C.J.J. Van Hall quien aceptó las dos clases creadas por Morris considerándolas lógicas y prácticas; dividió además el grupo forastero en cuatro subgrupos, quedando su clasificación así:

Clase I. Criollos

Clase II. Forasteros

1. Frutos con surcos profundos, superficies verrugosas, alargados, con constricción cerca de la base, Angoleta.
2. Frutos ovalados, surcos profundos, superficie verrugosa, constricto cerca de la base, Cundeamor
3. Frutos con surcos poco profundos, superficie algo verrugosa o lisa, anchura mayor que a mitad de la longitud; con o sin constricto cerca de la base, Amelonado.

4. Frutos con surcos muy superficiales, superficie lisa, ancho igual a $\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$ de longitud, Calabacillo.

Siguiendo pues la clasificación de Van Hall (1932), se distinguen en Colombia dos grupos Comerciales, los Criollos y los Forasteros (Corpoica, 1981). Sin embargo, han sido admitidas universalmente tres variedades de cacao: Criollo, Trinitario y Forastero, con ocho variedades exploradas. Estudios más recientes (Motamayor *et al.*, 2008), sugieren inclusive la existencia de 10 grupos genéticos, como base para entender mejor la amplitud y estructuración de la diversidad genética del cacao en las poblaciones actuales. La confirmación de esta teoría traería implicaciones beneficiosas para el mejoramiento genético del cacao.

La variedad *criolla* representa los cacaos originales y oriundos de las regiones de América central y del Sur. Es un cacao reconocido como de gran calidad, de escaso contenido en tanino, reservado para la fabricación de los chocolates más finos por su fina textura y aromas intensos, además de presentar equilibrio entre la acidez. Su mayor obstáculo de producción se encuentra en la fragilidad frente a enfermedades e insectos, por lo tanto no representa más del 5 % de la producción mundial.

La variedad *forastero*, presenta cultivos de cacao diversificados con alta resistencia a diferentes enfermedades, posee especies mucho más resistentes y mucho más productivas que el criollo, pero poco aromático. Las tostaciones a temperaturas superiores y mayor tiempo, permiten enmascarar sus defectos y aumentar el aroma, desarrollando así características sensoriales poco deseables con olores a quemado. Normalmente es utilizado en mezcla para mejorar la textura del producto final. Se trata pues de unos cacaos de calidad ordinaria (un aroma poco pronunciado y una amargura fuerte y corta) que entran en la fabricación de los chocolates corrientes.

Los *Trinitarios* son un híbrido biológico natural entre criollos y forasteros. Su calidad varía de media

a superior, con un contenido fuerte en manteca de cacao. Por otra parte estudios actuales muestran que la región sur del departamento de Bolívar presenta condiciones aptas tanto agrícolas como culturales, para el desarrollo productivo de cacao de fino aroma. Esta actividad ofrece una oportunidad conveniente para el desarrollo económico, por lo cual lo convierte en una opción de desarrollo sostenible y con proyección social del departamento. Sin embargo, la infraestructura vial y las condiciones de seguridad en esta región no han sido suficientes para hacer de esta producción líder en el mercado del departamento (Fonseca *et al.*, 2011).

La calidad del cacao se ve afectada por diversas causas entre ellas las prácticas agrícolas, las condiciones climáticas como también por factores sociales, culturales, de infraestructura vial y seguridad. Por otra parte la afectación originada por el fenómeno de la niña se extiende a los cuarenta y seis municipios del departamento de Bolívar, mientras que la población en situación de desplazamiento forzoso se concentra principalmente en aproximadamente veinte municipios (Gossaín, 2012).

La calidad del grano se basa en las cualidades sensoriales de sabor y aroma que a su vez son fundamentales a la hora de su comercialización. Así mismo la composición química representa un factor primordial en el desarrollo y formación del aroma y sabor del cacao (Sánchez, 2007).

En efecto, compuestos volátiles como las pirizinas y los aldehídos le incorporan sabores básicos a los granos de cacao, los esteroides producen sabores frutales, los compuestos polifenólicos proporcionan la astringencia, las purinas son traducidas en el amargo, el complejo polipéptido-fenol y pirazina, le otorgan el sabor a dulce y nuez del cacao (Jeanjean, 1995). Cabe agregar, que el aroma a chocolate se forma desde el momento en que ocurre la muerte del embrión, al tiempo que se produce la rápida destrucción de las antocianinas, proporcionando a las almendras el sabor y aroma característico del chocolate (Braudeau, 1970).

En consecuencia, las características sensoriales en el cacao pueden ser desarrolladas por condiciones básicas o por factores externos especialmente aquellos que tienen que ver con las operaciones de fermentación y/o beneficio del grano. Algunos investigadores describen que el desarrollo del sabor del cacao aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación, existiendo una correlación negativa con la astringencia, es decir que en la medida que transcurre el tiempo de fermentación, disminuye la astringencia de los granos (Luna *et al.*, 2002).

Así mismo, el ritmo de remoción influye en forma sustancial en la calidad del grano, esta actividad permite la oxigenación de la masa de cacao que favorece la fermentación acética la cual ocurre después de la fermentación alcohólica (Portillo, Graziani & Cross, 2006). Por otro lado, un contenido elevado de acidez, pudiese estar ligado a un menor aroma de chocolate (Cros, 1997). Estudios anteriores señalan que los valores elevados de sabor a frutas y floral son indicativos de suavidad y finura en el sabor (Enríquez, 1982).

Conforme a este comportamiento y con el fin de determinar atributos propios y diferencias significativas en el cacao cultivado en seis municipios del sur de Bolívar (Colombia), la presente investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades sensoriales del cacao (*Theobroma cacao* L.). Con este propósito, se realizó un muestreo de granos secos y mazorcas de cacao de los clones más representativos de cada municipio, a partir de los cuales se desarrollaron pruebas sensoriales, físicas y microbiológicas específicas para cada una de las muestras sugeridas y, el posterior análisis de los resultados obtenidos.

Materiales y métodos

Los municipios analizados en este estudio fueron seleccionados por ser ZODES (Zonas de

Desarrollo Económico y Social), por reportar mayor área en cultivos de cacao, abarcando cerca del 80% del área total cultivada y por contar con plantaciones de origen clonal (Fonseca *et al.*, 2011). En la Tabla 1 se observan las regiones seleccionadas y sus características agroecológicas.

En esta investigación se analizaron las características sensoriales en el cacao de seis municipios del sur de Bolívar (Colombia) para la determinación de atributos propios y diferencias significativas marcadas en los granos de cacao de estas regiones, dentro de las cuales se encontraban María la Baja, San Jacinto, Carmen de Bolívar, Cantagallo, Barranco de Loba y San Pablo (Fonseca, Arraut, Contreras, Correa & Castellanos, 2011), lo cual requirió realizar un muestreo de granos secos y mazorcas de cacao, de los clones más representativos de cada municipio.

El cacao se recolectó en forma de mazorca y cacao beneficiado en mezcla para ser trasladado a los laboratorios de la Universidad de San Buenaventura Cartagena, donde fue clasificado, seleccionado y empacado en bolsas de polietileno autosellables. Posteriormente fueron realizadas las mediciones preliminares y fisicoquímicas del fruto el día 0 y el resto del material fue almacenado en forma de grano en un lugar aireado, a una temperatura de 20 °C y 80% de humedad relativa para luego ser transformado en licor o masa de cacao, la cual se obtiene del proceso de tostado, descascarillado y molienda de los granos, ésta se almacenó en cuarto frío a 2°C y 90% de humedad relativa, para su posterior análisis sensorial.

El tostado se llevó a cabo a temperaturas entre 150 °C y 155 °C durante 30 minutos para posteriormente descascarillarlo de forma manual y finalmente molerlo empleando un molino helicoidal de tipo semi industrial. El tamaño de la partícula obtenida fue menor o igual a 0.04 mm, al menos en el 60% de la muestra.

Tabla 1. Características agroclimáticas de seis municipios del sur de Bolívar.

Municipio	Edad de cultivo (años)	Altura (msnm)	Terreno	Temperatura promedio (°C)	Precipitación media anual (mm)	Clima
San Jacinto	9	100	Ondulado	25.2	1.904	Cálido y húmedo
María la Baja	9	12	Plano	27.9	1.604	Cálido seco
Carmen de Bolívar	10	180	Ondulado	27.4	1.033	Cálido seco
San Pablo	9	700	Escarpado	28.1	2.512	Cálido húmedo
Cantagallo	9	800	Escarpado	27.8	2.566	Cálido húmedo
Barranco de loba	10	150	Plano	27.9	2.173	Cálido húmedo

Fuente: (IGAC, 2010)

Los diferentes tipos de sabores básicos, específicos y adquiridos que pueden ser apreciados sensorialmente en el cacao así como las características de percepción y los elementos referentes con los cuales pueden relacionarse dichas percepciones. (Tabla 2)

Tabla 2. Tipos de sabores más comunes en el licor de cacao.

Tipo de sabor	Descriptor	Característica	Referente
	Acidez	Sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles.	Frutas cítricas y vinagre.
	Amargor	Sabor fuerte, generalmente debido a la falta de fermentación.	Café, cerveza caliente y la toronja.
BASICOS	Astringencia	Sensación de sequedad y aspereza en la lengua, produce salivación.	Inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido al sabor de las hojas de plátano.
	Dulce	Percibido en la punta de la lengua.	
	Salado	se percibe a los lados de lengua y produce salivación.	

...continuación Tabla 2

Tipo de sabor	Descriptor	Característica	Referente
ESPECIFICOS	sabor típico a cacao	Buena fermentación tostación y libre de defectos.	Barras de chocolate de cacao fermentado.
	Floral	Licores de cacao con sabor y aroma a flores, casi Perfumado.	Flores de cítricos.
	Frutal	Licores de Cacao con sabor a fruta madura.	Cualquier fruta seca o cacao fresco almacenado.
	Nuez	Sabor similar a la nuez, característico de los cacaos tipo Criollos y Trinitarios.	
ADQUIRIDOS	Moho	Licores de cacao con sabor mohoso, generalmente debido a una sobre fermentación de las almendras o a un incorrecto secado.	Sabor a pan viejo o musgo.
	Crudo/verde	Aroma desagradable, generalmente debido a alta fermentación o falta de tostado.	

Fuente: Sánchez, (2007)

Por otra parte, cada defecto encontrado en el grano produce una desviación en las características sensoriales del licor de cacao. La Tabla 3 muestra en forma general, algunas de las causas que dan origen a estos defectos.

Tabla 3. Posibles causas que dan origen a defectos en el cacao.

DEFECTO	CAUSA
Sabor desagradable	Mezcla de granos cosechados en diferentes días
	Deficiente manejo de pos cosecha
Alta Astringencia	Inadecuada fermentación
Alta acidez, crudo verde	Secado rápido
Sabores terrosos	Almacenamiento inadecuado y contaminación con hongos
	Prolongado tiempo de fermentación
Poco desarrollo del aroma y sabor	Poca homogenización del cacao en grano sobre mesas de secado
Granos chupados y/o aplanados	Exposiciones prolongadas del cacao al sol intenso durante el secado

Fuente: Federación Nacional de Cacaoteros (2010).

Evaluación Físicoquímica

Para realizar el análisis físico del grano se tomó como referencia la Norma Técnica NTC 1252 (2012), para la determinación de pasilla, grano infestado, dañado por insectos, mohoso, impurezas y materia extraña, grano germinado, ahumado y múltiple, así como el tamaño de grano.

La norma NTC 1252 (2012) establece para Colombia que el cacao en grano debe estar adecuadamente fermentado, seco, exento de olores extraños, libre de infestación por insectos, libre de granos múltiples y almendras partidas. El cacao en grano debe

tener un tamaño uniforme, solo un 12 % de los granos puede desviarse un 33 % del peso promedio (ICONTEC, 2003). La calidad del cacao en grano, está determinada por un mínimo de sesenta granos de cada cien que presenten una adecuada fermentación y secado, máximo dos granos de cada cien granos, pueden tener infestaciones o daños por insectos con mínima cantidad de granos múltiples o almendras que se encuentren partidas. Así mismo el tamaño del grano debe ser uniforme, sólo un 12% de los granos pueden desviarse un 33% del peso promedio. La Tabla 4 presenta la descripción de los defectos del cacao y los límites que deben cumplir para su comercialización.

Tabla 4. Requisitos de calidad para el grano de cacao.

Requisitos	Premio	Corriente	Pasilla
Contenido de humedad en % (m/m), máx.	7	7	7
Contenido de impurezas o materias extrañas en % (m/m), máx.	0	0,3	0,5
Grano mohoso interno, número de granos/100 granos, máx.	2	2	3
Grano dañado por insectos y/o germinados, numero de granos/100 granos, máx.	1	2	2
Contenido de pasilla, número de granos/100 granos, máx.	1	2	
Contenido de almendra en % (m/m), min.			40-60
Masa (peso), en g/100 granos, min.	120	105-119	40
Granos bien fermentados, numero de granos/100 granos, min.	65	65	60
Granos insuficientemente fermentados, número de granos/100 granos, max.	25	35	40
Granos pizarrosos, numero de granos /100 granos, máx.	1	3	3

Fuente: Norma Técnica Colombiana 1252. ICONTEC, (2003).

Por otra parte se midieron las siguientes variables en las muestras de cacao: sólidos solubles totales en refractómetro; pH (potenciómetro digital marca SCHOTT INSTRUMENTS Handylab pH 11/SET); acidez total titulable (titulación con NaOH 0,1 mol L⁻¹, expresada como ácido oleico (%)) por ser éste el más predominante en el cacao (Liendo, 2004). Mientras que los análisis

químicos para la humedad y cenizas, fueron realizados según AOAC (1990).

Las pruebas físicoquímicas se realizaron a partir de las muestras de cacao de seis municipios, estas fueron tomadas tanto en mazorcas de los clones más representativos de cada región, como en cacao beneficiado y mezclado. Las Tablas 5 y

6 evidencian los clones muestreados, correspondientes a: CCN 51, TSH 565, ICS 05, ICS 60, ET 8 y clon Universal.

Evaluación microbiológica

La evaluación microbiológica del cacao se realizó en el momento en que las muestras llegaron al laboratorio, aproximadamente 4 días después

de su recolección. Estos análisis se llevaron a cabo con valores de referencia acordes a la Norma RM N° 615-2003 SA/DM/ aprobada por el decreto supremo N° 007.98 SA y en concordancia con la Normativa del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997). En cumplimiento con las técnicas de análisis para control de la calidad microbiológica de alimentos para consumo humano. (INVIMA, 1998).

Tabla 5. Muestras de cacao recolectadas en seis municipios del sur de Bolívar.

Lugar de recolección	Tipo de muestra	Clon	Estado	Peso (kg)
Carmen de Bolívar	Cacao fresco	TSH 565	En mazorca	1,98
	Cacao fresco	TSH 565		
	Cacao fresco	TSH 565		
	Cacao fresco	TSH 565	En mazorca	2,25
	Cacao fresco	ICS 60		
	Cacao fresco	ICS 60		
	Cacao fresco	ICS 60		
	Cacao fresco	ET 8	En mazorca	2,68
	Cacao fresco	ET 8		
	Cacao fresco	ET 8		
Cacao fresco	Universal	En mazorca	1,51	
	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	4
María La Baja	Cacao fresco	TSH 565	En mazorca	1,46
	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	5,3
San Jacinto	Cacao fresco	TSH 565	En mazorca	0,86
	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	5,06
	Cacao fresco	CCN 51	En mazorca	1,2
	Cacao fresco	ICS 95	En mazorca	1,65
Barranco de loba	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	10,1
Cantagallo	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	10,2
San Pablo	cacao seco y beneficiado	Mezcla	Grano seco	9,84

Evaluación Sensorial

Para el análisis sensorial del cacao, se contó con la participación de 18 jueces catadores miembros del panel sensorial de la Universidad de San Buenaventura en Cartagena, quienes fueron seleccionados, entrenados, capacitados, e inducidos a desarrollar sus umbrales de percepción, estimulando en ellos las capacidades para detectar, describir y discriminar propiedades sensoriales, de tal manera que analizaran objetivamente las muestras de cacao a través de las pruebas específicas diseñadas para realizar la caracterización organoléptica del cacao, seleccionando para este fin las pruebas descriptivas de perfil de sabor y análisis cuantitativo y las pruebas discriminativas de ordenamiento y escalar de control.

El tamaño de la muestra fue de 10 kg de grano de cacao en mezcla, para cada uno de los municipios. En particular, los parámetros primarios evaluados sensorialmente fueron dieciséis, tres de ellos relacionados con características de aroma y trece relacionados con características de sabor, todos ellos realizados sobre el licor de cacao.

Para la evaluación sensorial del atributo de sabor se consideraron los descriptores: característico, almendra, amargo, fruto seco, astringente, nuez, fermentado, ahumado, crudo verde, quemado, ácido, intenso y grasoso. Los descriptores: frutal, floral, caramelo, vainilla, malta y mohoso fueron descartados por presentar puntajes nulos o bajos en la cata, mientras que para la evaluación del atributo de aroma fueron considerados los descriptores: fruto seco, cacao y almendra.

Tabla 6. Características físicas en las muestras de mazorca recolectadas en seis municipios de Bolívar.

Lugar de cosecha	Carmen de Bolívar	Carmen de Bolívar	Carmen de Bolívar	San Jacinto	María la Baja	San Jacinto
Tipo de muestra	Mazorca	Mazorca	Mazorca	Mazorca	Mazorca	Mazorca
Clon	Nativo o Universal	ET 8	ICS 60	ICS 95	TSH 565	CCN 51
Peso de la mazorca (kg)	0,85	0,93	0,82	0,73	0,94	0,74
Numero de granos	43	50	34	41	43	47
Peso total de los granos (g)	167,4	148,5	145,9	123,2	163,4	182,38
Peso promedio de un grano (g)	3,89	2,97	4,29	3	3,8	3,8
Temperatura (°C)	31	31	31	31	31	31
Humedad relativa (%)	80	80	80	80	80	80
Tiempo de almacenamiento (días)	7	7	7	6	6	6

Muestreo y análisis preliminar

El proceso de muestreo tuvo como objetivo obtener una muestra de un lote representativo de

cacao, en cada una de las regiones seleccionadas, trasladando una cantidad específica de la muestra al laboratorio de análisis en condiciones higiénicas, físicas y bacteriológicas idénticas a las

presentadas en el momento del muestreo, de forma tal que al examinar una pequeña porción, esta brindara información del total.

El muestreo se realizó con base en el seguimiento paso a paso y la aplicación de un protocolo de toma de muestras de cacao diseñado para esta labor. La toma de muestras se desarrolló mediante la aplicación de la Norma NTC 1252. Sobre cada muestra se realizó un cuarteo hasta obtener una masa de grano de 500 g a partir de la cual se determinó la presencia de granos dañados por insectos, pasilla, mohoso, impurezas o materias extrañas, grano germinado, ahumado, múltiple y se calculó el tamaño de grano.

Análisis de datos

Para el manejo y recopilación de los datos fue utilizado el programa SOLDESA (Rodríguez & Hough, 2014) con lenguaje de programación Python y código de programación abierto. A través de este programa, el líder del panel elige los evaluadores, el tipo de escala y anclajes, introduce atributos y descriptores individuales y activa el panel para

medir. Una vez obtenidos los datos, estos son exportados a un archivo de Excel que se genera en el formato estándar utilizado para el manejo estadístico. Los valores de los análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales fueron analizados a través de la prueba de una vía ANOVA; la comparación de medias fue hecha con la prueba de Turkey aplicando el nivel de confiabilidad de $P < 0,05$, empleando el software estadístico Statistica 6.0.

Resultados y discusión

Se contaron como sabores defectuosos, aquellos que presentaron distorsiones y enmascaramiento, por lo tanto produjeron distanciamiento en los resultados sensoriales. La Tabla 7 representa los defectos físicos según ICONTEC 1252 (2003) encontrados en los cacaos en grano de las muestras analizadas, la apreciación de sabor y aroma del cacao se correlacionó con los defectos producidos por las condiciones agroecológicas y tecnológicas dentro de las cuales se evidenció un deficiente beneficio y malas condiciones de recolección y almacenamiento del grano.

Tabla 7. Análisis físico del grano de cacao en seis municipios de Bolívar.

Muestra	Mohosos (%)	Dañados por insectos (%)	Germinado (%)	Pasilla (%)	Múltiple (%)	Impurezas o materias extrañas (%)
SJ	16,5	0,8	2,7	0,0	0,0	0,0
MB	11,8	0,6	1,8	0,0	0,6	0,0
CB	2,3	8,5	0,0	0,0	0,0	3,3
SP	2,1	0,0	1,2	4,1	3,0	1,0
CG	6,9	0,0	5,9	2,1	2,0	10,3
BL	1,3	0,0	1,7	10,8	4,9	11,2

SJ: San Jacinto; MB: María la Baja; CB: Carmen de Bolívar; STR: SP: San Pablo, CG: Cantagallo, BL: Barranco de Loba.

De acuerdo a las características establecidas, ninguna de las muestras presentó granos infestados ni ahumados. Las muestras SJ y MB, tuvieron el mayor porcentaje en mohosos, la coloración

oscura evidenciada en los granos de la muestra CB indicó un cacao bien fermentado pero reveló a su vez, el mayor índice de granos dañados por insectos; los granos procedentes de las muestras

BL y SP, presentaron características de granos insuficientemente fermentados, siendo el primero con mayor contenido de pasilla, impurezas y materias extrañas.

Así mismo, el 80% de las muestras analizadas alcanzó una calidad microbiológica aceptable con relación a los criterios microbiológicos establecidos en la norma RM N° 615-2003 SA/DM/, sólo

en dos muestras equivalentes al 20%, se obtuvieron recuentos de *Escherichia coli* mayores a 100 UFC/g (valores de referencia para frutos secos y semillas 10 -100 UFC/g). Por lo que se infiere que las muestras de cacao en general se encuentran en los rangos permisibles y son aptas para el consumo. La posible contaminación de las muestras con *E. Coli*, se debe básicamente a la manipulación del cacao posterior al beneficio (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados de análisis microbiológicos de granos de cacao en seis municipios de Bolívar.

Municipios	Recuento de <i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	Recuento de Mohos (UFC/g)	Determinación de <i>Salmonella spp</i>
Barranco de Loba	< 10	< 10	Ausente
Cantagallo	< 10	1,5 x 10 ¹	Ausente
San Pablo	< 10	1 x 10 ¹	Ausente
Santa Rosa	>100	4 x 10 ¹	Ausente
Simití	< 10	73 x 10 ¹	Ausente

Adicionalmente, todas las muestras se encontraron por debajo del límite establecido para humedad. El mayor porcentaje de humedad, lo presentaron las muestras de BL y SP Tabla 9. La

norma describe un máximo de 7% en humedad para granos de tipo premio, corriente y pasilla. Un mayor porcentaje representa riesgos por contaminación microbiana.

Tabla 9. Análisis fisicoquímico del cacao producido en seis municipios del sur de Bolívar.

Análisis Fisicoquímico	CB1	SJ	MB	SP	CTG	BL
Humedad (%)	4.25±2,4a	5,02±1,7a	4,22±1,3b	6.08±2.3b	5.33±2.1b	6,62±1,7a
Cenizas (%)	3.62±0,4a	3.48±0,2b	3,43±0,4c	3,65±0,4d	3,75±0,4d	3,15±0,4d
Acidez Titulable (%)	0,25±0,4a	0,20±0,4a	0,09±0,4b	0,13±0,4b	0,51±0,4b	0,40±0,4a
Grados Brix (°Bx)	17,0±0,4a	16,0±0,4b	17,0±0,4c	16,79±0,4d	16,79±0,4d	16,4±0,4b
Índice de grano (g)	1.02±2,4a	1,42±1,7a	1,51±1,3b	1,08±2.3b	1,33±2.1b	1,20±2,4a

Letras diferentes entre columnas significan diferencia significativa ($P < 0,05$) de acuerdo con Tukey los valores corresponden al promedio \pm DS.

En consecuencia, el análisis sensorial de las muestras que fueron transformadas en licor o masa de cacao luego de un proceso de selección, clasificación, tostado, descascarillado y molienda del

grano, se realizó con un panel sensorial conformado por 18 jueces catadores, entrenados y capacitados para este propósito. Diversos autores confirman que para obtener resultados satisfactorios es

necesario seleccionar adecuadamente y describir los atributos que deben evaluarse, además de capacitar exhaustivamente el panel (Faria & Yotsuyanagi, 2002). Por lo tanto se elaboró una lista de presuntos descriptores para el cacao, los cuales fueron objeto de identificación por el grupo de cata para delimitar los descriptores característicos del cacao en Bolívar (Tabla 10). Esta fase corroboró a los jueces la influencia que ejercen los procesos de fermentado y tostado del grano en la estimulación de los precursores de aroma y sabor cuando son llevados a cabo en adecuadas condiciones de tiempo y temperatura, además de los defectos o sabores adquiridos que se presentan en los granos por deficiencias en las etapas de fermentación, secado, almacenamiento, entre otros. (Cubillos, Merizalde & Correa, 2008).

Según los resultados obtenidos en la prueba de perfil de sabor se puede observar que la muestra de SP presentó el mayor grado para sabor amargo, astringente y sabor característico en comparación a las otras muestras, lo que evidencia la falta de uniformidad en el tiempo y condiciones de fermentación. El sabor típico a cacao es producto de una buena fermentación, tostación y ausencia de defectos, esta contradicción en los resultados puede deberse posiblemente a que las muestras son mezclas de diferentes cosechas y clones, recolectadas tanto en las fincas como en el centro de acopio que pueden producir variaciones tanto en su sabor como en el aroma. Esto comprueba que el desarrollo del sabor del cacao aumenta a medida que transcurre el tiempo de fermentación, existiendo una correlación negativa con la astringencia (Amores, 2009).

Tabla 10. *Descriptores para el cacao.*

SABOR	OLOR	COLOR	TEXTURA
Cacao	Chocolate	Marrón	Granuloso
Amargo	Aromático	Café Claro	Harinoso
Astringente	Intenso	Oscuro	Viscoso
Acido	Suave	Brillante	Seca
Frutal	Imperceptible	Opaco	Grasoso
Floral	Persistente	Turbio	Diluido
Nuez	Ahumado	Veteado	Compacto
Caramelo	Tostado	Uniforme	
Intenso	Oxidado	Pronunciado	
Frutos Secos	Fermentado	Mezcla	
Frutos Dulces		Envejecido	
Almendra		Manchado	
Ahumado			
Mohoso			
Crudo - Verde			
Fermentado			

Fuente: Rodríguez & Hough (2013). Manual SOLDESA (*Software Libre del Departamento de Evaluación Sensorial de Alimentos*). Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria. Argentina.

Por otra parte la muestra BL obtuvo el menor valor para el sabor amargo pero fue el mayor para el sabor a almendra y fruto seco; este resultado en el análisis de sabor, evidencia que la muestra se sometió a un adecuado tiempo de fermentación y tostado, no obstante en el análisis físico se obtuvieron altos porcentajes de granos pasilla y múltiples revelando

que no se realizaron adecuados procedimientos de volteo y remoción de los granos y que hubo una prolongada exposición del cacao al sol intenso durante el secado. La remoción influye directamente en la calidad del grano, su apariencia y las características de sabor y aroma que se ven afectadas por la fermentación acética producida (Figura 1).

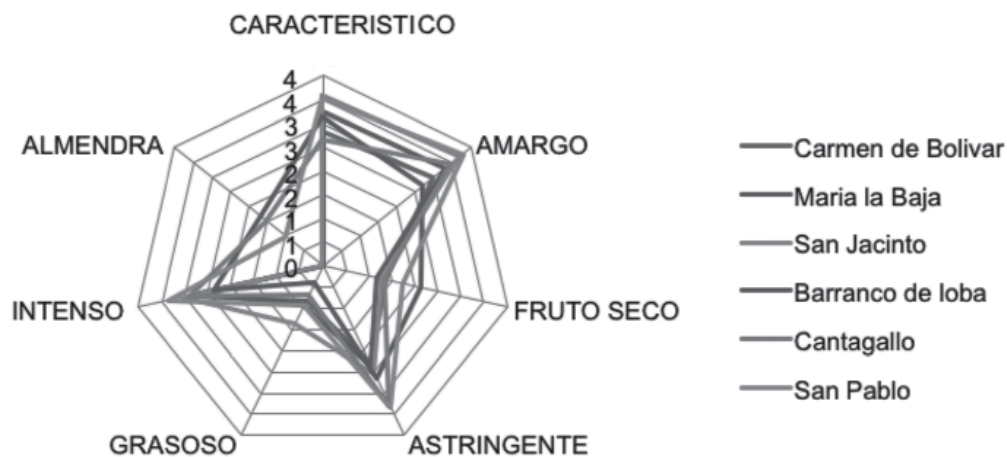


Figura 1. Sabores básicos, específicos y adquiridos del cacao en seis municipios de Bolívar.

En la Figura 2 se puede observar que el defecto de sabor quemado fue el más percibido en la mayoría de las muestras, igualmente se evidenció un alto porcentaje de sabor ahumado, ambos defectos posiblemente ocasionados

por ausencia de un equipo sin el debido control de temperatura para la tostación de las muestras durante el proceso de transformación de las mismas, mientras que el crudo verde se percibió levemente en las muestras.

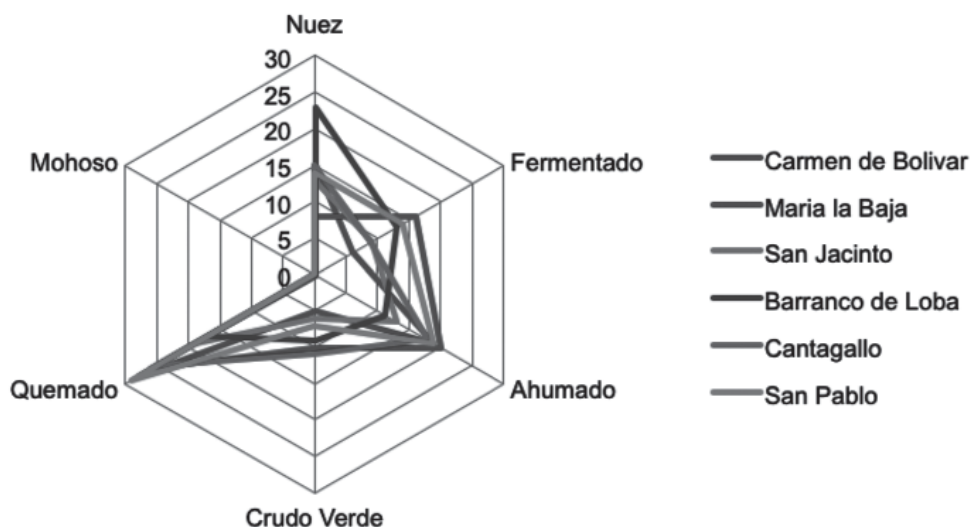


Figura 2. Sabores adquiridos y defectos del cacao en seis municipios de Bolívar.

A partir de los resultados obtenidos en la prueba de análisis cuantitativo (Figura 3), se puede corroborar lo evidenciado en la prueba de perfil de sabor para la muestra SP, la cual presentó el mayor grado de sabor amargo y astringente así como el sabor ácido,

esta excesiva presencia de acidez, afecta el desarrollo completo del aroma de chocolate. Sin embargo, el panel consideró dentro de su evaluación, que los aromas a cacao, frutos secos y almendra de la muestra SP estuvieron entre los más altos.

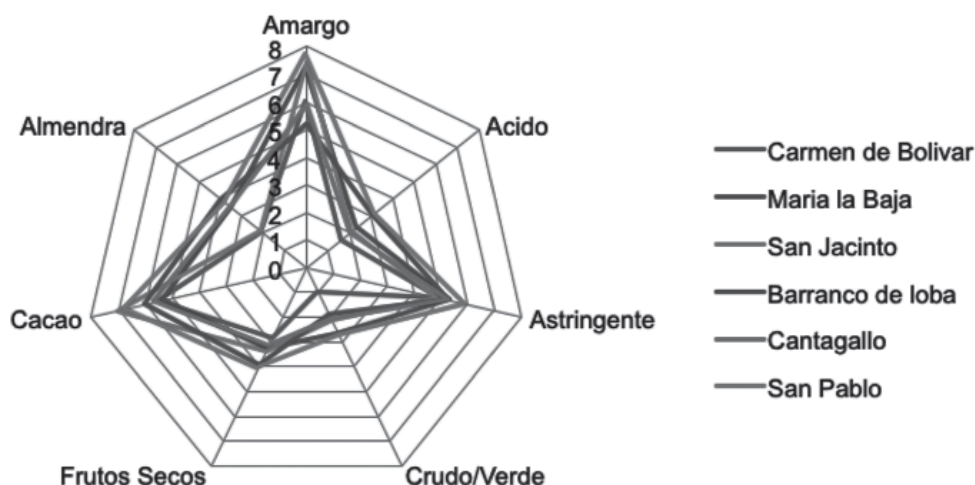


Figura 3. Prueba descriptiva de aroma y sabor del cacao en seis municipios de Bolívar.

Por otra parte la muestra CB reveló los valores más bajos de sabor a crudo verde, ácido, astringente y amargo lo que muestra un adecuado manejo pos cosecha de la muestra, así mismo el aroma característico a cacao, frutos secos, y almendra de esta muestra, se registró entre los más bajos, lo que concuerda con el prolongado tiempo

de almacenamiento en el centro de acopio, estado en el que se halló en el momento del muestreo. Estos valores elevados de sabor a frutas y floral son indicativos de suavidad y finura en el sabor, lo que corrobora la percepción del panel. La muestra SJ tuvo el mayor grado de aroma característico a cacao (Tabla 11).

Tabla 11. Características de sabor y aroma de las muestras de cacao de los seis municipios analizados

Municipio	Características de sabor	Características de aroma
CB	Amargo y Característico a cacao	Característico a cacao
SJ	Amargo, característico a cacao y grasoso	Característico a cacao
MB	Amargo y característico a cacao	Característico a cacao
BL	Almendra y fruto seco	Característico a cacao, frutos secos y almendra
SP	Amargo, astringente, ácido y característico a cacao	Característico a cacao, frutos secos y almendra
CG	Amargo y astringente	Característico a cacao

SJ: San Jacinto; MB: María la Baja; CB: Carmen de Bolívar; STR: SP: San Pablo, CG: Cantagallo, BL: Barranco de Loba.

Conclusiones

Las inadecuadas condiciones en el beneficio, el mal manejo poscosecha en las fincas, así como las condiciones de almacenamiento brindadas en los centros de acopio alteran notablemente las características de sabor y aroma propias del grano de cacao. La calidad del mismo depende del seguimiento a las buenas prácticas agrícolas (BPA). El correcto proceso de beneficio redundaría en el mejoramiento de las características organolépticas ya que permite desarrollar el sabor y aroma propio del cacao; la selección, fermentación y secado del grano se constituyen como elementos indispensables de control para este fin.

La intensidad aromática y la acidez están afectadas por el retraso en el desgrane de las mazorcas, disminuyendo la intensidad aromática del cacao con el almacenamiento. Otros autores indican que el aroma depende de la variedad, la madurez del fruto y del tratamiento pos cosecha (fermentación, secado y tostado).

Con respecto a los resultados obtenidos, la muestra SP requiere de tiempos mayores de fermentación para evitar la alta astringencia en el producto.

La muestra BL demanda un mayor tiempo de remoción entre 12 a 24 horas, para alcanzar la temperatura adecuada que permita desarrollar la fermentación acética indispensable para obtener una buena calidad de grano.

La muestra CB, requiere menores tiempos y mejores condiciones de almacenamiento en los centros de acopio, para no afectar la suavidad y finura en el sabor. La humedad relativa del ambiente debe ser un factor considerado en los lugares en que se realiza dicha operación.

En general todos los sitios muestreados coincidieron con aroma característico a cacao y en contadas ocasiones con aromas de frutos secos y almendra. En cuanto al sabor, en su totalidad se distinguió el amargo y característico a cacao, distinguiéndose en algunas regiones un sabor astringente y poco ácido.

Existen diferencias significativas en el sabor y aroma del cacao de cada región, sin embargo la mezcla de grano que se realiza en las fincas y centros de acopio, no permite que se definan las características organolépticas propias de cada clon. Por esta razón, Se recomienda que el agricultor seleccione los materiales genéticos más favorables y afines en sus características sensoriales, de acuerdo a las zonas agroecológicas de cultivo.

Es necesaria la aplicación de las buenas prácticas agrícolas para obtener un producto diferenciado por calidad e inocuidad, lo cual repercute en un mejor precio de venta y una oportunidad para acceder a la certificación de los productos del cacao.

Se recomienda contemplar los parámetros de tiempos de fermentación, rangos de remoción y condiciones de almacenamiento, lo cual repercute en la calidad del grano.

Agradecimientos

Al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación “Colciencias” por la aprobación y cofinanciación del proyecto. Al Grupo de investigación GICI perteneciente al programa de Ingenierías de la Universidad San Buenaventura de Cartagena.

Literatura citada

1. A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Analytical Agricultural Chemists, Arlington, Virginia.
2. Amores F., Palacios A., Jiménez J. (2009). Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nororiente de la provincia de esmeraldas. Quevedo: INIAP.
3. Braudeau, J. (1970). El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Barcelona, España. Editorial Blumé.
4. CORPOICA (1981). Diferentes tipos de cacao. Recuperado de: http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/3779/s2dB136946D013174AB-D3892C8D09C9A642_1.pdf.
5. Cros, E. (1997). Factores condicionantes de la calidad del cacao. En: Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Maracay, Estado Aragua. Venezuela.
6. Cubillos, G., Merizalde, G., y Correa, E. (2008). Manual de Beneficio del Cacao 2008, para técnicos, profesionales del sector agropecuario y productores. Recuperado de: http://www.chocolates.com.co/sites/default/files/default_images/manual_beneficio_cacao.pdf
7. Enríquez, G. (1982). Curso sobre cultivo del cacao. Turrialba, Costa Rica: Editorial: Centro Agronómico Tropical de investigación.
8. Faria E.V. & Yotsuyanagi, K. (2002). Técnicas de evaluación sensorial. Italia: Campinas.
9. FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS. (2010). Colombia inicia identificación de calidad integral de su cacao. En: Colombia Cacaotera, no 6. Recuperado de: http://www.fedecacao.com.co/site/images/recourses/pub_revcolcacaotera/fedecacao-colombia-cacaotera-006.pdf.
10. Fonseca, S. Arraut, L. Contreras, C. Correa, Z. & Castellanos, O. (2011). Balance Tecnológico de la Cadena Productiva y Agroindustrial del cacao en el Departamento de Bolívar. Bogotá: Javegraf.
11. Gossain, J. (2012). Plan de desarrollo departamento de Bolívar 2012-2015. Recuperado de: http://www.bolivar.gov.co/index.php?option=com_rokdownloads&view=file&task=download&id=1925%3Adocumeno-tecnico-plan-de-desarrollo-bolivar-ganador-2012-2015&Itemid=316.
12. Hall, C. J. J. Van (1932). Cacao. 2d, ed. London, Macmillan.
13. ICONTEC. (2003). Buenas Prácticas agrícolas para Cacao. (No.5811). Recuperado de: <http://www.huila.gov.co/documentos/agricultura/CADENAS%20PRODUCTIVAS/Norma%20T%C3%A9cnica%20Icontec%205811%5B1%5D.pdf>.
14. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC. (2010). Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Bolívar. Recuperado de: http://geoportal.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam IDEAM.
15. INVIMA. (1998). Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano. Santa Fé de Bogotá: Ministerio de Salud.
16. Jeanjean, N. (1995). Influence du génotype, de la fermentation et de la torréfaction sur le développement de l'arôme cacao. Rôle des précurseurs d'arôme = Influence of genotype, fermentation and roasting on cocoa flavour development. (Thèse doctorat). Université de Montpellier. France.
17. Liendo, R. (2004). La Manteca del cacao. CENIAP. Recuperado de: http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n5/arti/rliendo.htm
18. Luna, F., Crouzillat, D., Cirou, L. & Bucheli, P. (2002). Chemical Composition and Flavor of Ecuadorian Cocoa Liquor. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 50 (12), pp. 3527–3532.
19. Motamayor, J., Lachneaud, P., Da silva e mota, j., Loor, R., Kuhn, D., Brown, J. & Schnell, R. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L.). In: PLoS ONE 3: e3311.
20. Norma Técnica Colombiana 1252, (2012). Cacao en grano. Recuperado de: <http://tienda.icontec.org/brief/NTC1252.pdf>.
21. Portillo, E., Graziani, L. & Cros, E. (2006). Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.) *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*. 23: 49-57.
22. Rodríguez, G. & Hough, G. (2013). Manual SOLDESA (Software Libre del Departamento de Evaluación Sensorial de Alimentos). Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria. Argentina.
23. Sánchez, V. (2007). Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. (Tesis de grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Uso de rasgos funcionales de plantas como estimadores de carbono almacenado en biomasa aérea

Use of functional characteristics of plants as estimator of carbon stored in the aerial biomass

O uso de características funcionais das plantas como estimativas de carbono armazenado na biomassa aérea

Carmen Rosa Montes-Pulido

Ingeniera forestal; Especialista en economía del ambiente y de los recursos naturales; Magíster en evaluación en educación.

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD); Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA), Bogotá, Colombia

carmen.montes@unad.edu.co

Resumen

Los métodos utilizados para estimar carbono en ecosistemas tropicales se han fundamentado en el conocimiento de la biomasa aérea seca de los árboles. Ello implica altos costos de extracción y un impacto negativo sobre el ecosistema estudiado. Una posible alternativa a este método es el uso de rasgos funcionales de plantas. En esta investigación se realiza una revisión de publicaciones adelantadas en la aplicación de diversidad funcional a la estimación de carbono almacenado en bosques. Inicialmente se presenta un marco teórico sobre rasgos funcionales, seguido de un análisis sobre cuáles de ellos están asociados con la estimación de carbono. Se identifican los índices de diversidad empleados en los estudios y se concluye planteando estudios futuros relacionados con diversidad funcional y carbono almacenado en bosques.

Palabras clave: ecosistemas tropicales, carbono almacenado en bosques, rasgos funcionales de las plantas.

Abstract

The methods used to estimate the carbon in tropical ecosystems have been based on the knowledge of the dry aerial biomass of trees. This implies high expenses of extraction and a negative impact over the studied ecosystem. A possible alternative to this method is the use of functional characteristics of plants. In this research a revision of advanced publications in this application of functional diversity to the estimation of carbon stored in forests is made. Initially a theoretical framework about the functional characteristics is presented, followed by an analysis about which of them are associated with carbon estimation. There were identified the diversity index used in the studies and it is concluded formulating future studies related with functional diversity and carbon stored in forests.

Key-words: tropical ecosystems, carbon stored in forests, functional characteristics of plants.

Resumo

Os métodos utilizados para estimar o carbono em ecossistemas tropicais têm sido baseados no conhecimento da biomassa seca das árvores. Isso envolve altos custos de extração e um impacto negativo sobre o ecossistema estudado. Uma alternativa possível para este método consiste na utilização das características funcionais de plantas. Em esta pesquisa é feita uma revisão conduzida para a aplicação da diversidade funcional para a estimativa de carbono armazenado nas florestas. Inicialmente é levado a cabo um quadro teórico se-

bre as características funcionais seguida de uma análise de quais os que estão associados com a estimativa de carbono. Identificaram-se índices de diversidade usados nos estudos e conclui-se propondo estudos futuros relacionados a diversidade funcional e carbono armazenado nas florestas.

Palavras-chave: ecossistemas tropicais, carbono armazenado nas florestas, traços funcionais das plantas.

Introducción

Menos de la mitad de las emisiones de carbono de origen antrópico están acumuladas en la atmósfera debido a que gran cantidad del flujo neto se almacena en océanos y en los continentes (Le Quéré *et al.*, 2012). El sumidero de carbono en la tierra se ha doblado desde 1960, alcanzando 26 petagramos de carbono en la última década (Phillips & Lewis, 2013). Sin embargo, la ubicación y el motor de este gran sumidero terrestre es resultado principalmente de mediciones atmosféricas (Ciais *et al.*, 2013). Producto de inventarios forestales se conoce que cerca de 2.4 ± 0.4 Pg de carbono por año se almacenan en los bosques del planeta (Pan *et al.*, 2011). Gran parte de este sumidero se encuentra en los bosques tropicales poco intervenidos (Phillips & Lewis, 2013). Sin embargo, se desconoce la participación cuantitativa del flujo neto de carbono, de los diferentes ecosistemas que integran el trópico. Para incorporar el carbono secuestrado como un objetivo de manejo del bosque es necesario cuantificar el carbono almacenado en las diferentes partes del árbol. Los métodos utilizados para estimar carbono en ecosistemas tropicales se han fundamentado en el conocimiento de la biomasa aérea seca de los árboles (Brown, 1997; Chave *et al.*, 2005) Ello implica altos costos de extracción y un impacto negativo sobre el ecosistema estudiado.

Una posible alternativa a la situación planteada es recurrir a los métodos planteados por la

ecología funcional. Esta estudia la respuesta de las especies a las variaciones ambientales y su efecto en los procesos del ecosistema (Díaz & Cabido, 2001). Las propiedades emergentes de la vegetación resultan del comportamiento colectivo de los individuos, como la altura promedio del dosel, el área foliar, las tasas de producción de biomasa y la densidad de plantas en la vegetación (Falster, Brännström, Dieckmann & Westoby, 2011). La producción autótrofa y la estructura vertical de la vegetación constituyen la esencia de la biodiversidad terrestre para el abastecimiento de alimento, adaptación al microclima y creación de hábitat. Mediante el cambio en la concentración de carbono en la atmósfera la vegetación incide en el clima global en el largo plazo (Shukla & Mintz, 1982; Bonan, 2008). La intención es responder a preguntas referidas a la manera cómo se coordinan los rasgos funcionales dentro de los individuos, qué mecanismos determinan el ensamblaje comunitario o la forma en la que se afectan el funcionamiento de ecosistemas. En este marco, los rasgos funcionales permiten capturar las interacciones entre organismos y su ambiente biótico y abiótico y dar una perspectiva funcional para el estudio de controles sobre la biodiversidad. Se entiende por rasgo, “una característica morfológica, ecofisiológica, bioquímica o fenológica medible individualmente, desde célula hasta organismo, sin referencia al ambiente o a otro nivel de organización”

(Violle *et al* 2007; De Bello, Lavergne, Meynard, Lepš & Thuiller, 2010). Dichas características permiten comprender los posibles efectos de la diversidad de plantas terrestres sobre procesos ecosistémicos como el almacenamiento de carbono (Diaz *et al*, 2003; Mooney & Mace, 2009).

Para identificar los organismos o grupos de organismos que controlan estos procesos se requiere definir características claves y mecanismos por los cuales estos organismos afectan propiedades del ecosistema (Grime 2001, Eviner & Chapin, 2003; Hooper *et al.*, 2005; Luck *et al.*, 2009). Se han identificado rasgos funcionales por los cuales especies y grupos de especies afectan procesos ecosistémicos como el almacenamiento de carbono. Durante la última década se han realizado estudios que indagan por los rasgos de planta funcionalmente relevantes en la predicción de carbono almacenado en bosques. Estos han proporcionado un marco para mejorar estimaciones de carbono (Baker *et al.*, 2004), conocer el efecto de la diversidad en la productividad del árbol (Paquette & Messier, 2011), orientar estrategias de restauración de bosques que incrementen el carbono almacenado y su diversidad funcional (Pichancourt, Firn, Chadès & Martin, 2014). En este artículo se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas: 1) ¿cuáles son los rasgos funcionales de plantas relevantes en la estimación de carbono almacenado en bosques? 2) ¿Qué índices de diversidad funcional tienen mayor uso en la estimación de carbono almacenado en bosques? 3) ¿Qué nuevas investigaciones relacionadas con diversidad funcional se pueden derivar de carbono almacenado en bosques?

Métodos

Para responder a las tres preguntas planteadas se revisaron cinco bases de datos: *Scopus EBSCO*, *Science direct*, *Springerlink* y *Wiley online library*, utilizando como palabras clave: *Forest carbon storage and functional diversity*, *forest carbón storage and fuctional traits* y *net primary productivity*

and functional trait. De esta primera búsqueda resultaron 25 artículos. Para el análisis se privilegiaron 17, que arrojaron resultados relacionados con bosques.

Resultados

1. Rasgos funcionales de plantas asociados a carbono almacenado

Diecisiete estudios identificaron con precisión un total de 12 rasgos significativos asociados a estimación de carbono almacenado (Figura 1). De dichos estudios hay doce con datos de bosque tropical y cinco de bosque no tropical. La altura máxima del árbol, la densidad de la madera, la concentración de nitrógeno y la masa foliar por aérea son los rasgos utilizados con mayor frecuencia, especialmente en investigaciones de biodiversidad y función del ecosistema (Ackerly & Cornwell, 2007; Chave *et al.*, 2009). Los dos primeros, son rasgos vinculados a alta inversión en estructura por unidad de biomasa, por lo tanto se plantea que tienen alta influencia en el almacenamiento de carbono (Baker *et al.*, 2004; Moles *et al.*, 2009; Wright *et al.*, 2010; Ruiz-Jaen & Potvin 2011; Rüger, Wirth, Wright & Condit, 2012; Iglesias, Barchuk & Grilli, 2012; Ziter, Bennett & González, 2013; Conti & Diaz, 2013; Ruiz Benito *et al.*, 2014; Finegan *et al.*, 2014). Valores altos de densidad de la madera y de altura incrementan la masa por individuo (Falster *et al.*, 2011). En el bosque amazónico se estimó que cerca del 40% de la variación regional de la biomasa aérea se debe a la diferencia en la densidad de la madera (Baker *et al.*, 2004). Los bosques más altos del planeta también contienen la mayor biomasa de carbono (Keith, Mackey & Lindenmayer, 2009). Los árboles más grandes almacenan en promedio el 25.1%, 39,1% y 44.5% de la biomasa aérea en Suramérica, Suroriente de Asia y África, respectivamente; No obstante éstos son escasos y representan solo el 1.5%, 2.4% y 3.8%, con diámetros a la altura del pecho mayor a 10 cm (Slik *et al.*, 2013) Se indica también que las grandes

plantas invierten más biomasa en forma de hojas. En efecto, rasgos como concentración de nitrógeno foliar, masa foliar por área, área foliar específica, vida útil de la hoja y capacidad fotosintética están asociados con el ingreso de carbono a través de la fotosíntesis (Herms & Mattson, 1992; Grime *et al.*, 1996, 1997; Díaz *et al.*, 2004; Wright *et al.*, 2004; Poorter & Garnier, 2007; Cornwell *et al.*, 2008; Poorter, Niinemets, Poorter, Wright & Villar, 2009; Paquette & Messier, 2011; Freschet, Aerts & Cornelissen, 2012; Roscher *et al.*, 2012; May, Giladi, Ristow, Ziv & Jeltsch, 2013; Swenson *et al.*, 2012; Gornish & Prather, 2014; Ruiz Benito *et al.*, 2014). No obstante en el caso del ecosistema semiárido no resultaron significativos dichos rasgos (Conti & Díaz, 2013). Los cuatro rasgos restantes, están asociados con fomentar la conectividad de hábitat en bosques fragmentados para incrementar el carbono almacenado (Ziter, Bennett & González, 2013). De otra parte la relación positiva entre fuerza para rasgar la hoja con carbono almacenado, puede estar asociada a modelos filogenéticos de anatomía de hojas y variaciones en la composición de especies de sitios muestreados (Díaz *et al.*, 2013). Sin embargo, se requiere mayor investigación sobre esta última relación (Finegan *et al.*, 2014).

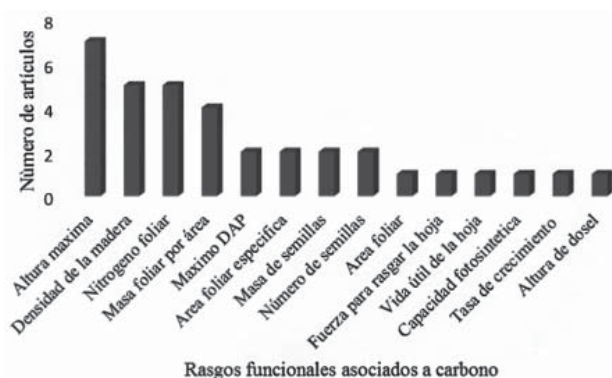


Figura 1. Rasgos funcionales asociados a carbono almacenado

2. Índices de diversidad funcional utilizados en estudios de carbono almacenado

Para articular el servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono con las propiedades de los

bosques, el 46% de las publicaciones revisadas utilizaron la media ponderada de los rasgos de la comunidad (Figura 2). Es decir, se asumió que para el ecosistema analizado las coberturas vegetales pueden ser descritas a través de la abundancia relativa de especies así como de los valores de los rasgos dominantes por especie (Díaz *et al.*, 2007). Por ejemplo, en bosque natural húmedo de Isla Barro Colorado, la dominancia funcional (CWM de altura máxima de tallo y masa foliar por área) explicó mejor la variación del carbono almacenado (Ruiz-Jaen & Potvin, 2011). El 23% de los artículos utilizó la divergencia funcional o varianza de los valores de un rasgo en escala logarítmica, ponderados por la abundancia de cada especie en la comunidad. Es el caso del ecosistema semiárido argentino donde la FDvar de altura del árbol y densidad de la madera resultaron mejores predictores de carbono (Conti & Díaz, 2013). El 15% trabajó la dispersión funcional (DF) o “distancia promedio de cada especie al centroide de la comunidad en el espacio de los rasgos, teniendo en cuenta la abundancia para el cálculo del centroide” (Casanoves, Pla & Di Rienzo, 2011). En Bosques fragmentados por agricultura, en Quebec, Canadá, la dispersión funcional (para masa de semillas, densidad de la madera y altura máxima de árbol) fue el predictor que explicó mejor el carbono almacenado en fragmentos manejados e interconectados de bosques (Ziter, Bennett & González, 2013). Así mismo, la dispersión funcional manifestó un efecto positivo, aunque no lineal, sobre el carbono almacenado en seis bosques españoles (Ruiz-Benito *et al.*, 2014). El 8% de las publicaciones utilizó la diversidad filogenética y la entropía cuadrática. La primera refiere la distancia entre especies funcionalmente similares y resultó el segundo índice mejor predictor de productividad de árboles, después de la dispersión funcional en bosques templados y boreales de Canadá (Paquette & Messier, 2011). En referencia a la entropía cuadrática (Rao Q) o distancia promedio entre pares de especies ponderada por abundancia relativa de especies (Casanoves, Pla & Di Rienzo, 2011), su variación de 11% fue explicada por la precipitación media en 59 parcelas de una

hectárea de América, África y Asia, como parte de un estudio que examinó las relaciones entre carbono almacenado, biodiversidad y factores ambientales (Cavanaugh *et al.*, 2014).

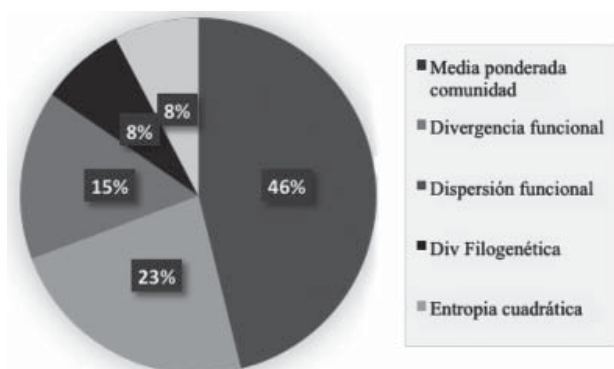


Figura 2. Índices de diversidad funcional utilizados en los estudios asociados a carbono almacenado.

Conclusiones

Los rasgos funcionales que contribuyen a explicar mejor el almacenamiento de carbono en bosques, a partir de la biomasa aérea, son rasgos asociados al tallo: altura máxima y densidad de la madera.

De acuerdo con los índices de diversidad utilizados hay una tendencia positiva entre carbono almacenado en bosque natural y rasgos de tallo dominantes, por lo cual conservar árboles con gran tamaño potencial en estos espacios puede contribuir a incrementar el carbono almacenado. No obstante, se requiere realizar investigaciones experimentales en diferentes ecosistemas del trópico para confirmar lo mencionado.

Los rasgos de hoja no siempre resultan significativos en su relación con el secuestro de carbono, así que amerita desarrollar estudios investigativos en Colombia que incluyan climas contrastantes, diferentes grados de intervención antrópica y tipos de uso de suelo, para comprender la economía de hoja asociada al cambio climático.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por el tiempo otorgado para la realización de este artículo. A la Bióloga (PhD) Beatriz Salgado por las observaciones al mismo.

Literatura citada

1. Ackerly, D. D. & Cornwell, W. K. (2007). A trait-based approach to community assembly: partitioning of species trait values into within-and among-community components. *Ecology letters*, 10(2), 135-145.
2. Baker, T. R., Phillips, O. L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A. & Vásquez Martínez, R. (2004). Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology*, 10(5), 545-562
3. Bonan, G.B. (2008) Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320, 1444–1449.
4. Brown, S. (1997). Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer (FAO Forestry Paper-134), FAO, United Nations, Rome.
5. Casanoves, F., Pla, L. & Di Rienzo, J. A. (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. Serie técnica, Informe técnico, 384.
6. Cavanaugh, K. C., Gosnell, J. S., Davis, S. L., Ahumada, J., Boundja, P., Clark, D. B. & Andelman, S. (2014). Carbon storage in tropical forests correlates with taxonomic diversity and functional dominance on a global scale. *Global Ecology and Biogeography*, 23(5), 563-573.
7. Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D. & Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87-99.
8. Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S. L., Swenson, N.G. & Zanne, A. E. (2009). Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology letters* 12 :351-366.
9. Ciais, P., Sabine, C., Bala, G. *et al.* (2013) Carbon and other biogeochemical cycles. Ch. 6, In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (eds Stocker T, Dahe Q, Plattner G.-K) WMO/UNEP, Geneva.
10. Conti, G. & Díaz, S. (2013). Plant functional diversity and carbon storage—an empirical test in semi-arid forest ecosystems. *Journal of Ecology*, 101(1), 18-28.
11. Cornwell, W. K., Cornelissen, J. H., Amatangelo, K., Dorrepaal, E., Eviner, V. T., Godoy, O. & Westoby, M. (2008). Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecology letters*, 11(10), 1065-1071.

12. De Bello, F., Lavergne, S., Meynard, C. N., Lepš, J. & Thuiller, W. (2010). The partitioning of diversity: showing Theseus a way out of the labyrinth. *Journal of Vegetation Science*, 21(5), 992-1000.
13. Díaz, S. & Cabido, M. (2001). Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11), 646-655.
14. Diaz, S., Symstad, A.J., Chapin, F.S. et al. (2003). Functional diversity revealed by removal experiments. *Trends Ecol Evol* 18: 140–46.
15. Díaz, S., Hodgson, J.G., Thompson, K., Cabido, M., Cornelissen, J.H.C. & Jalili, A. (2004). The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. *Journal of Vegetation Science*, 15, 295–304
16. Díaz, S., Lavorel, S., de Bello, F., Quétier, F., Grigulis, K. & Robson, T. M. (2007). Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(52), 20684-20689.
17. Díaz, S., Purvis, A., Cornelissen, J. H., Mace, G. M., Donoghue, M. J., Ewers, R. M. & Pearse, W. D. (2013). Functional traits, the phylogeny of function, and ecosystem service vulnerability. *Ecology and evolution*, 3(9), 2958-2975.
18. Eviner, V.T. & Chapin F. S. (2003). Functional matrix: a conceptual framework for predicting multiple plant effects on ecosystem processes. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 34:455–485
19. Falster, D. S., Brännström, Å., Dieckmann, U. & Westoby, M. (2011). Influence of four major plant traits on average height, leaf-area cover, net primary productivity, and biomass density in single-species forests: a theoretical investigation. *Journal of Ecology*, 99(1), 148-164.
20. Finegan, B., Peña-Claros, M., Oliveira, A., Ascarrunz, N., Bret-Harte, M. S., Carreño-Rocabado, G. & Poorter, L. (2014). Does functional trait diversity predict above-ground biomass and productivity of tropical forests? Testing three alternative hypotheses. *Journal of Ecology*, 103(1), 191-201.
21. Freschet, G.T., Aerts, R. & Cornelissen, J.H.C. (2012). A plant economics spectrum of litter decomposability. *Functional Ecology*, 26, 56–65.
22. Gornish, E. S., & Prather, C. M. (2014). Foliar functional traits that predict plant biomass response to warming. *Journal of Vegetation Science*. 25(4), 919-927
23. Grime, J. P. (2001). Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, West Sussex, England.
24. Grime, J.P., Cornelissen, J.H.C., Thompson, K. & Hodgson, J.G. (1996). Evidence of a causal connection between anti-herbivore defence and the decomposition rate of leaves. *Oikos*, 77, 489–494
25. Grime, J.P., Thompson, K., Hunt, R., Hodgson, J.G., Cornelissen, J.H.C., Rorison, I.H. et al. (1997). Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. *Oikos*, 79, 259–281
26. Herms, D.A. & Mattson, W.J. (1992). The dilemma of plants: to grow or defend. *The Quarterly Review of Biology*, 67, 283–335.
27. Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J. & Wardle, D. A. (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecol Monogr* 75:3–35
28. Iglesias, M. D. R., Barchuk, A. & Grilli, M. P. (2012). Carbon storage, community structure and canopy cover: a comparison along a precipitation gradient. *Forest Ecology and Management*, 265, 218-229.
29. Keith, H., Mackey, B.G. & Lindenmayer, D.B. (2009) Re-evaluation of forest biomass carbon stocks and lessons from the world's most carbon-dense forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 106, 11635–11640
30. Le Quére C, Andres RJ, Boden T et al. (2012). The global carbon budget 1959– 2011. *Earth System Science. Data Discussions*, 5, 1107 – 1157.
31. Luck GW, Harrington R, Harrison PA, Kremen C, Berry PM, Bugter R, Dawson TP, de Bello F, Díaz S, Feld CK, Haslett JR, Hering D, Kontogianni A, Lavorel S, Rounsevell M, Samways MJ, Sandin L, Settele J, Sykes MT, van den Hove S, Vandewalle M. & Zobel, M. (2009) Quantifying the contribution of organisms to the provision of ecosystem services. *Bioscience* 59:223–235
32. May, F., Giladi, I., Ristow, M., Ziv, Y. & Jeltsch, F. (2013). Plant functional traits and community assembly along interacting gradients of productivity and fragmentation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 15(6), 304-318.
33. Moles, A.T., Warton, D.I., Warman, L., Swenson, N.G., Laffan, S.W., Zanne, A.E., Pitman, A., Hemmings, F.A. & Leishman, M.R. (2009) Global patterns in plant height. *Journal of Ecology*, 97, 923–932.
34. Mooney, H. & Mace, G. (2009). Biodiversity policy challenges. *Science*, 325: 1474-11474.
35. Paquette, A. & Messier, C. (2011). The effect of biodiversity on tree productivity: from temperate to boreal forests. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 170-180.
36. Pan, Y., Birdsey, R., Fang, J. et al. (2011) A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333, 988– 992
37. Phillips, O. L. & Lewis, S. L. (2013). Evaluating the Tropical Forest Carbon Sink. *Global change biology*. 20(7), 2039-2041.
38. Poorter, H. & Garnier, E. (2007). The ecological significance of variation in relative growth rate and its components. *Functional Plant Ecology* (eds F. I. Pugnaire & F. Valladares), pp. 67–100. CRC Press, Boca Raton, FL, US
39. Poorter, H., Niinemets, Ü., Poorter, L., Wright, I.J. & Villar, R. (2009) Causes & consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. *New Phytologist*, 182, 565–588

40. Poorter, H., Niinemets, Ü., Poorter, L., Wright, I. J. & Villar, R. (2009). Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. *New Phytologist*, 182(3), 565-588.
41. Pichancourt, J. B., Firn, J., Chadès, I. & Martin, T. G. (2014). Growing biodiverse carbon-rich forests. *Global change biology*, 20(2), 382-393
42. Roscher, C., Schumacher, J., Gubsch, M., Lipowsky, A., Weigelt, A., Buchmann, N. & Schulze, E. D. (2012). Using plant functional traits to explain diversity-productivity relationships. *PLoS one*, 7(5), e36760.
43. Rüger, N., Wirth, C., Wright, S. J. & Condit, R. (2012). Functional traits explain light and size response of growth rates in tropical tree species. *Ecology*, 93(12), 2626-2636.
44. Ruiz-Jaen, M. C. & Potvin, C. (2011). Can we predict carbon stocks in tropical ecosystems from tree diversity? Comparing species and functional diversity in a plantation and a natural forest. *New Phytologist*, 189(4), 978-987.
45. Ruiz-Benito, P., Gómez-Aparicio, L., Paquette, A., Messier, C., Kattge, J., & Zavala, M. A. (2014). Diversity increases carbon storage and tree productivity in Spanish forests. *Global Ecology and Biogeography*, 23(3), 311-322.
46. Shukla, J. & Mintz, Y. (1982) Influence of land-surface evapotranspiration on the earth's climate. *Science*, 215, 1498-1501
47. Slik, J. W., Paoli, G., McGuire, K., Amaral, I., Barroso, J., Bastian, M., & Tang, J. (2013). Large trees drive forest aboveground biomass variation in moist lowland forests across the tropics. *Global ecology and biogeography*, 22(12), 1261-1271.
48. Swenson, N. G., Erickson, D. L., Mi, X., Bourg, N. A., Forero-Montaña, J., Ge, X. & Kress, W. J. (2012). Phylogenetic and functional alpha and beta diversity in temperate and tropical tree communities. *Ecology*, 93(sp8), S112-S125.
49. Violle, C., Navas, M. L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. & Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional!. *Oikos*, 116(5), 882-892.
50. Wright, I. J., Reich, P. B., Westoby, M., Ackerly, D. D., Baruch, Z., Bongers, F. & Villar, R. (2004). The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, 428(6985), 821-827.
51. Wright, S. J., Kitajima, K., Kraft, N. J., Reich, P. B., Wright, I. J., Bunker, D. E., & Zanne, A. E. (2010). Functional traits and the growth-mortality trade-off in tropical trees. *Ecology*, 91(12), 3664-3674.
52. Ziter, C., Bennett, E. M. & Gonzalez, A. (2013). Functional diversity and management mediate aboveground carbon stocks in small forest fragments. *Ecosphere* 4(7):85.

Fitorremediación en la recuperación de suelos: una visión general

Phyto-remediation in soils restoration: a general vision

Fitorremediação na remediação do solo: uma visão geral

Andrea Angélica Bernal Figueroa

Bióloga, Magister en Ingeniería Ambiental Programa de Ingeniería Ambiental.
Facultad de Ciencias e Ingeniería. Universidad de Boyacá,
Carrera 2ª Este No. 64 – 169, Tunja (Boyacá), Colombia.

anbernal@gmail.com

Resumen

En esta investigación se revisan aspectos fundamentales de la fitorremediación como técnica en la recuperación de suelos, la cual se emplea para eliminar o disminuir la contaminación o degradación de los mismos, por medio de la utilización de especies vegetales. Se encontró que técnicas tales como la fitoextracción, rizofiltración, fitoestabilización, fitodegradación, rizodegradación y fitovolatilización, están determinadas principalmente por el tipo de contaminante, diversidad microbiana y propiedades del suelo. Se mencionan algunos aspectos en cuanto a la nutrición mineral y la tolerancia de las plantas, las principales ventajas y desventajas que ofrece esta técnica, algunas especies empleadas para su implementación y unos estudios de caso. Se concluye que el conocimiento de los procesos fisiológicos en la planta y los compuestos tóxicos, permite que se puedan seleccionar especies vegetales con mayores niveles de tolerancia hacia contaminantes específicos; y adicionalmente, por medio de modificaciones genéticas se puede incrementar la biomasa vegetal, su morfología, densidad radicular o penetración en profundidad, así como favorecer la existencia de asociaciones específicas entre microorganismos y raíces.

Palabras clave: suelos, contaminación, recuperación, fitorremediación

Abstract

In this research fundamental aspects of phyto-remediation are examined as the soils restoration technique, which is used to eliminate or decrease their pollution or their degradation, making use of vegetal species. It was found that techniques as phytoremediation, rhizofiltration, phytostabilization, phytodegradation and phytovolatilization, are determined mostly by the type of contaminant, the microbial diversity and soil properties. There are mentioned some aspects about mineral nutrition and the tolerance of the plants, the main advantages and disadvantages that this technique offers, some species used for its implementation and some case studies. It is concluded that the knowledge of these physiological processes in the plant and the toxic compounds, allow that vegetal species can be selected with higher levels of tolerance to specific contaminants, additionally, by means of genetic modifications it can be increased the vegetal biomass, its morphology, its root density and penetration in profundity, as well as it favors the

existence of specific associations between microorganisms and roots.

Key-words: soils, pollution, restoration, phytoremediation

Resumo

Neste artigo de pesquisa foram revisados aspectos fundamentais de fitoremediação, como técnica na recuperação de solos, a qual é utilizada para eliminar o diminuir a contaminação dos mesmos através da utilização de espécies de plantas. Verificou-se que técnicas como a fitoextração, rizofiltração, fitoestabilização, fitodegradação, rizodegradação e fitovolatilização, são determinados principalmente pelo tipo de poluente, a diversidade microbiana e propriedades do solo. Alguns

aspectos são mencionados sobre a nutrição mineral e tolerância das plantas, as principais vantagens e desvantagens oferecidas por esta técnica, algumas espécies utilizadas para a execução e alguns estudos de caso. Concluiu-se que o conhecimento dos processos fisiológicos da planta e os compostos tóxicos, permite que espécies de plantas possam ser selecionadas com maior tolerância a poluentes específicos; e, adicionalmente, através de modificações genéticas pode ser aumentada a biomassa vegetal, morfologia, densidade de raízes ou profundidade de penetração, e facilitar a existência de associações específicas entre microorganismos e raízes.

Palavras-chave: solos, poluição, recuperação, fitoremediação

Introducción

La supervivencia de la humanidad está inevitablemente ligada al potencial de uso de los suelos, sin embargo, este recurso, en las últimas décadas se ha degradado rápidamente como consecuencia de una serie de acciones derivadas principalmente de la actividad antrópica, tales como la erosión, pérdida de materia orgánica, contaminación, impermeabilización o sellado (construcción de viviendas, carreteras u otras infraestructuras), compactación (derivada de la utilización de maquinaria pesada, intensidad del pastoreo, etc.), disminución de la biodiversidad, salinización, inundaciones y deslizamientos de tierra, por mencionar algunos (Garbisu, Becerril, Epelde & Alkorta, 2007; Prasad, Kumar & Sharma, 2010).

El suelo realiza numerosas funciones de vital importancia, dentro de las cuales se pueden mencionar la producción de biomasa (alimentos, fibra y combustible), descomposición de materia orgánica, reciclaje de nutrientes, depuración del agua, regulación de la calidad del aire, detoxificación de contaminantes, sumidero de gases invernadero y hábitat para numerosos organismos (Garbisu

et al., 2007). Sin embargo, como resultado principalmente de las actividades industrial y agraria, se ha vertido en ellos una gran cantidad de sustancias contaminantes principalmente de naturaleza química, que hoy en día afectan seriamente la funcionalidad y sostenibilidad de este recurso, convirtiéndose en un problema medioambiental de enorme repercusión (Garbisu *et al.*, 2007).

La dimensión de los problemas ambientales involucra a todos los habitantes del planeta, por ello gran parte de los países en los últimos años han tomado medidas que pretenden amortiguar los efectos ambientales negativos, generados por la inadecuada utilización del desarrollo. En este sentido, se han creado conceptos como “desarrollo sostenible” o “indicadores ambientales” para definir los problemas y buscar soluciones, sin embargo, se hace necesario profundizar en el estudio de los mecanismos, causas y consecuencias de dichos problemas, pero aún se está lejos de poder cuantificar la totalidad de parámetros que intervienen en ello y de aportar todas las soluciones ante la problemática (López, 2003).

Actualmente la preocupación por el deterioro causado al medio ambiente ha llegado a ser un fenómeno trascendental en las diferentes culturas a nivel mundial, el cual se refleja en el interés de realizar cambios a nivel legislativo, en la proyección de nuevos mercados, en la descontaminación de áreas y en la búsqueda y aplicación de nuevas tecnologías encaminadas a realizar una producción más limpia (Prasad, Kumar & Sharma, 2010; Aros, 2007), por lo tanto, es esencial estudiar y evaluar procesos de remediación y recuperación de suelos para garantizar su sostenibilidad y los servicios que de forma gratuita ellos proveen al hombre.

En este contexto, la fitorremediación surge como una tecnología que utiliza plantas y microorganismos asociados a ellas, para descontaminar suelos, aire, sedimentos o aguas, está basada en la capacidad de algunas especies vegetales para tolerar, absorber, acumular y/o degradar compuestos contaminantes, a formas menos perjudiciales para el ambiente y la salud (Henry, 2000; Hollerung, 2003; Carpena & Bernal, 2007; Batista & Sánchez, 2009). En los suelos, el objetivo de un proceso fitorremediador no debe ser solamente eliminar el contaminante, sino recuperar la calidad del mismo, entendida como la capacidad de dicho recurso para realizar sus funciones de forma sostenible (Garbisu *et al.*, 2007).

Degradación y contaminación de los suelos

El suelo, la capa más superficial de la corteza terrestre, es uno de los recursos naturales primordiales para el hombre, al ser quien sustenta la vida en el planeta; es un recurso frágil del medio ambiente, no renovable, debido a que su velocidad de formación y restablecimiento es muy lenta, mientras que los procesos que favorecen su degradación y deterioro son mucho más rápidos (Ortiz, Sanz, Dorado & Villar, 2007). La degradación de un suelo se conoce como todo proceso que disminuye su capacidad para producir cuantitativa y cualitativamente bienes y servicios (FAO – PNUMA, 1984); si bien, se puede producir por

causas naturales, está dada principalmente por la utilización del hombre y sus acciones inadecuadas o excesivas, a través de actividades agrícolas, forestales, ganaderas, agroquímicas o riego, o por acciones indirectas como actividades industriales, eliminación de residuos y transporte (FAO – PNUMA, 1984; Sabroso & Pastor, 2004; Sierra, 2006; Estaún, Calvet, Pera, Camprubí & Parladé, 2007; Muñoz, Nevárez, Ballinas & Peralta, 2010).

Por otra parte, cuando se habla de contaminación del suelo se hace referencia a una degradación de tipo químico, que genera la pérdida parcial o total de la productividad, como resultado de la acumulación de sustancias generalmente tóxicas, en concentraciones que superan su poder de atenuación natural y alteran negativamente sus propiedades (Sierra, 2006; Muñoz *et al.*, 2010; Macías, 1993). Dicha acumulación generalmente se produce como consecuencia de actividades antrópicas, aunque también puede generarse de forma natural cuando los procesos de formación liberan elementos químicos contenidos en las rocas y los concentran en el mismo, llegando a niveles tóxicos (Ortiz *et al.*, 2007; Sierra, 2006; Muñoz *et al.*, 2010; Macías, 1993). Desde el punto de vista ambiental, la contaminación está definida como la alteración de las características físicas, químicas o biológicas de los factores medioambientales, en grado tal que supongan riesgo para la salud de las personas o los ecosistemas (Sabroso & Pastor, 2004). Así, la actividad humana, a través de sus diferentes acciones ha llevado a la movilización de toneladas de elementos y compuestos orgánicos e inorgánicos fuera de sus compartimentos geoecológicos (Peña, 2006), lo cual trae como consecuencia negativa problemas ambientales que afectan directamente la salud humana y la diversidad biológica, tanto a países desarrollados, como en vía de desarrollo (Wania & Mackay, 1996; Urzelai, Cagigal, Antepará, Bonilla & Gurtubay, 2001).

Recuperación de suelos

En los últimos años varias investigaciones se han encaminado hacia la búsqueda de técnicas para

la recuperación o tratamiento de los suelos (Ercoli *et al.*, 1999); existe una serie de tecnologías convencionales que son empleadas para tratar la degradación ambiental, sin embargo la mayoría de ellas son costosas y perturban aún más el medio. Actualmente, se cuenta con algunas de aplicación habitual y otras en fase experimental, que se han diseñado con el fin de aislar o destruir sustancias nocivas en el suelo, alterando su estructura mediante procesos generalmente químicos o biológicos, sin embargo, su implementación está sujeta a las características particulares del suelo, a la eficacia esperada, a su viabilidad económica y al tiempo estimado para su tratamiento (Ortiz *et al.*, 2007; Ercoli *et al.*, 1999; Reddy, Admas & Richardson, 1999).

De acuerdo a la forma en la que se empleen las técnicas de recuperación se habla de tratamientos *in situ*, que son los que actúan sobre los contaminantes en el lugar en el que se localizan; y *ex situ*, en los cuales se hace necesaria la excavación del suelo para ser tratado posteriormente (Ortiz *et al.*, 2007; EPA, 1999; Agudelo, Macías & Suárez, 2005). Los tratamientos *in situ* demandan menos manejo, pero generalmente son más lentos y más difíciles de realizar debido a la dificultad de poner en contacto directo a los agentes descontaminantes con la totalidad del suelo afectado, los tratamientos *ex situ* suelen ser más costosos, sin embargo son más rápidos y se consigue una recuperación más completa (Ortiz *et al.*, 2007; Ercoli *et al.*, 1999; Vidali, 2001). La fitorremediación puede considerarse entonces, como una técnica *in situ* de biorremediación, como la bioaugmentación, la bioestimulación y la atenuación natural (Prasad, Kumar & Sharma, 2010; Vidali, 2001; Alexander, 1999); y se define como el uso de especies vegetales vivas para eliminar o transformar contaminantes ambientales, con el fin de hacerlos inocuos o menos tóxicos para el ambiente y la salud (Prasad, Kumar & Sharma, 2010; Salt, Smith & Raskin, 1998; EPA, 2000; Núñez, 2002; Brandt, 2003). Esta técnica se ha validado en pruebas de campo exitosas para la remediación tanto orgánica como inorgánica y está evolucionando como una alternativa rentable de alta efectividad en

relación a métodos convencionales de alto costo; se considera una “Revolución verde” en el ámbito de innovación en tecnologías de recuperación (Watanabe, 1997; Fiorenza, Oubre & Ward, 2000; Nedunuri, Govindaraju, Banks, Schwab & Chen., 2000; Van Der Lelie, Schwitzguébel, Glass, Vangronsveld & Baker, 2001).

Fitorremediación

Es un término definido en 1991 por lo cual se puede considerar relativamente nuevo, se deriva de fito que en griego significa vegetal o planta y remediar que en latín significa poner remedio al daño o enmendar algo; en este sentido, fitorremediación significa remediar un daño por medio de plantas o vegetales (Agudelo, Macías & Suárez, 2005; Núñez, 2002). En un concepto más amplio podría ser definida como el conjunto de tecnologías por medio de las cuales se utilizan varias plantas que tengan la capacidad fisiológica y bioquímica para asimilar, metabolizar, detoxificar o inmovilizar metales pesados (Freire, 2008), compuestos orgánicos, radioactivos y petroderivados, contaminantes del suelo, el agua o el aire, para transformarlos a formas menos nocivas (Aros, 2007; Batista & Sánchez, 2009; Núñez, Meas, Ortega y Olguin, 2004; López, Gallegos, Pérez & Gutierrez, 2005; Ghosh & Singh, 2005; Lumelli, 2006). También se conoce como la capacidad de ciertas plantas (terrestres, acuáticas, leñosas, etc.) para remover, contener, o transformar productos contaminantes del entorno (Lumelli, 2006); así, esta técnica representa una tecnología alternativa, sustentable y de bajo costo para la restauración de ambientes y efluentes contaminados o degradados (Ercoli *et al.*, 1999; Núñez *et al.*, 2004).

La fitorremediación, es una variación de la biorremediación, que aún no se ha aplicado en muchos lugares, ni se han documentado los resultados de su uso plenamente, está clasificada como técnica innovadora y en términos generales consiste en cultivar plantas o árboles en lugares contaminados o degradados para “limpiar” agua, suelo o aire (Freire, 2008). En la actualidad, se intenta aceptar

el uso de métodos alternativos y entre ellos surge como un proceso eficiente para la recuperación de áreas. Es una técnica recomendable debido a que generalmente no altera los ecosistemas a tratar, los cuales ya se han adaptado a sus condiciones de degradación o contaminación, se realiza la recuperación sin atentar contra la biota y el paisaje, es una técnica pasiva y amigable con el ambiente que aprovecha la energía solar y puede ser usada junto con métodos mecánicos tradicionales, o en algunos casos en reemplazo de ellos; y su efectividad se ha mejorado inoculando microorganismos en las áreas a recuperar (Barrientos, 2012; Torres & Zuluaga, 2009). Sin embargo, como cualquier técnica en estudio tiene varias ventajas y limitantes, que se describen más adelante.

Tipos de fitorremediación

Se ha generado una terminología basada en el rol que cumplen las plantas durante el proceso de fitorremediación, así como los principales mecanismos involucrados (Carpena & Bernal, 2007; Muñoz *et al.*, 2010; EPA, 1999; Núñez *et al.*, 2004; Mentaberry, 2009), las cuales tienen condiciones particulares que están determinadas principalmente por el tipo de contaminante, la diversidad microbiana y las propiedades del suelo (Ferrera *et al.*, 2007); para los metales pesados, incluidos los metaloides, radionúclidos y ciertos tipos de contaminantes orgánicos, se aplican la fitovolatilización, fitoestabilización, fitoextracción o la rizofiltración; y para contaminantes orgánicos la fitodegradación y fitoestimulación (Núñez *et al.*, 2004). Varios autores han definido o agrupado los tipos de fitorremediación de diferente manera; a continuación se presenta una breve descripción de acuerdo a las técnicas planteadas por la EPA (1999), complementadas con lo expuesto por otros autores (Carpena & Bernal, 2007; Muñoz *et al.*, 2010; EPA, 1999; Vidali, 2001; Brandt, 2003; Núñez *et al.*, 2004; López *et al.*, 2005; Ghosh & Singh, 2005; Lumelli, 2006; Mentaberry, 2009).

Fitoextracción. También llamada fitoacumulación, está basada en la capacidad de algunas

plantas para acumular contaminantes en sus raíces, tallos o follaje. Se utiliza principalmente para metales pesados, aunque también con cierto tipo de contaminantes orgánicos y elementos e isótopos radiactivos. Generalmente se implementan mediante el uso de plantas conocidas como metalofitas o hiperacumuladoras (acumuladoras de metales); y se puede realizar utilizando una o varias plantas, permitiendo su crecimiento durante varias semanas o meses, las cuales pueden ser cosechadas, incineradas o utilizadas en compostaje para reciclar los metales. Si las plantas se incineran las cenizas deben ser tratadas como residuos peligrosos, sin embargo, el volumen de las cenizas será menor al 10% del volumen que generaría el suelo si fuera desenterrado para su tratamiento. Este procedimiento se puede repetir según se considere necesario hasta llegar a niveles manejables.

Rizofiltración. Es la absorción en la raíz de los contaminantes que se encuentran en la zona que la rodea, para lo cual las plantas que se utilizan son producidas en invernaderos y sembradas en la zona contaminada, donde las raíces toman el agua junto con el contaminante. Se basa en hacer crecer en cultivos hidropónicos raíces de plantas terrestres con alta tasa de crecimiento y área superficial, para absorber, concentrar y precipitar metales pesados de aguas residuales contaminadas.

Fitoestabilización. Es el uso de ciertas especies para inmovilizar los contaminantes a través de la acumulación en la raíz. Esta estrategia utiliza plantas que desarrollan un denso sistema radicular para reducir la disponibilidad por medio de mecanismos de secuestro, lignificación o humidificación; este proceso reduce la movilidad del contaminante y evita la migración al agua o el aire y reduce la biodisponibilidad para la entrada en la cadena alimenticia. Se puede utilizar para restablecer sitios donde no hay vegetación debido a las altas concentraciones de metales en sus suelos superficiales o que presentan perturbaciones de tipo físico. Las plantas actúan como una bomba solar que succiona humedad de los suelos debido

a sus altas tasas de evapotranspiración, proceso que mantiene también una humedad constante en la zona de la rizósfera, por lo cual se presentan las condiciones adecuadas para la inmovilización de los metales a través de reacciones químicas o por mecanismos físicos como la adsorción.

Fitodegradación. También es conocida como fitotransformación; es la ruptura de contaminantes absorbidos por las plantas a través de procesos metabólicos dentro de ella y se utiliza para tratar contaminantes orgánicos como hidrocarburos aromáticos polinucleares, hidrocarburos totales del petróleo, plaguicidas, compuestos clorados, explosivos y surfactantes (detergentes). En este proceso los contaminantes son parcial o completamente degradados o transformados a través de reacciones enzimáticas que realizan las plantas y los microorganismos, lo cual permite que sean asimilados por las mismas y retenidos en sus vacuolas, o fijados a estructuras celulares como la lignina. Los contaminantes son degradados e incorporados en los tejidos de las plantas y lo utilizan como nutrientes, o los almacenan o degradan bioquímicamente a productos menos perjudiciales.

Rizodegradación. También conocida como fitoestimulación o biodegradación rizosférica mejorada. Consiste en la descomposición de contaminantes en el suelo a través de la actividad microbiana, los exudados de las raíces estimulan el crecimiento de microorganismos con capacidad para degradar contaminantes de tipo orgánico. Las plantas a través de sus actividades metabólicas y fisiológicas liberan azúcares simples, aminoácidos, compuestos alifáticos y aromáticos, nutrientes, enzimas y oxígeno, los cuales se transportan desde sus partes superiores hacia la raíz, lo que favorece el incremento de hongos y bacterias, quienes a través de sus actividades metabólicas causan la mineralización de los contaminantes. La rizodegradación es un proceso mucho más lento que la fitodegradación.

Fitovolatilización. Consiste en la absorción y transpiración de un contaminante por la planta, algunas tienen la capacidad de volatilizar mercurio o

selenio, contenidos en suelos, sedimentos o agua. Ciertos elementos se transforman en la raíz, pasan a las hojas y pueden volatilizarse en el ambiente en concentraciones comparativamente más bajas. Los contaminantes son absorbidos, metabolizados y transportados desde la raíz a las partes superiores donde se liberan a la atmósfera en formas volátiles menos tóxicas o relativamente menos peligrosas, comparadas con sus formas oxidadas.

Como puede notarse, la fitorremediación está fundamentada en las actividades metabólicas y fisiológicas que realizan las plantas, pero así mismo, en algunos casos también indican su relación con los microorganismos durante el proceso de restauración. En este contexto, se hace evidente que es un proceso complejo que involucra tanto a la planta como a las comunidades microbianas asociadas a su sistema radicular (EPA, 1999; Núñez *et al.*, 2004; López *et al.*, 2005).

Nutrición mineral y tolerancia en las plantas

El suelo es el medio o fuente nutritiva por excelencia de las plantas, por ello se infiere que la determinación de alguna característica del mismo o del nivel de los bioelementos en él existentes, puede definir el posible déficit o exceso de los elementos en la planta sobre él cultivada (Navarro & Navarro, 2003). La absorción de los nutrientes para su incorporación al vegetal está influenciada por la misma especie, la cual determina la superficie radical efectiva y la exploración mayor o menor del suelo, así como también las diferencias metabólicas (Sánchez de la Puente, 1984). Se debe tener en cuenta que la demanda de nutrientes por parte de la planta cambia durante el ciclo de vida y muestra una relación estrecha con la tasa y características de crecimiento, así que sin olvidar la intensa demanda fisiológica impuesta por las hojas y los tallos sobre los minerales, ni la importancia de los procesos de distribución de los mismos por parte de los tejidos vasculares, se puede decir que el proceso de nutrición mineral es fundamentalmente responsabilidad de los sistemas radiculares (Gutiérrez, 1997).

La absorción de los elementos nutritivos se efectúa mayoritariamente por medio de las raíces jóvenes al nivel de los pelos radiculares, que durante el periodo de actividad de la planta se desarrollan de una manera continua y están constantemente renovándose. Debido a que su vida es de tan solo varios días, a medida que la raíz se alarga, se incrementa su número, con lo que se amplía el contacto de la planta con nuevas partes del suelo; en condiciones normales los pelos radiculares pueden llegar a alcanzar una cifra de 200-300 por mm², lo cual representa una gran superficie de captación (Navarro & Navarro, 2003).

El contenido de elementos en los vegetales puede variar dentro de rangos muy amplios, dependiendo de diversos factores como la variedad, grado de madurez, tipo de suelo, intensidad y duración de la luz solar, temperatura y/o pluviosidad (Macías *et al.*, 2003). Navarro & Navarro (2003) también exponen que las plantas difieren unas de otras en su poder de absorción y que especies distintas cultivadas en un mismo suelo pueden tener una alimentación mineral diferente, tanto bajo el punto de vista cualitativo como cuantitativo, e incluso variedades distintas de una misma especie no actúan del mismo modo. Las hojas representan uno de los principales consumidores de minerales del suelo extraídos por los cultivos, sin embargo, el reciclaje de algunos de ellos durante su senectud o la reproducción, es muy reducido, ante lo cual, una proporción importante de los minerales permanece en los tejidos vegetativos no cosechados y su reincorporación en varios casos puede contribuir a mejorar la fertilidad del suelo (Gutiérrez, 1997).

Una particularidad en cualquiera de los tipos de fitorremediación es la tolerancia de las plantas a los contaminantes; este proceso está dado por la capacidad para resistir la acumulación de elevados niveles de compuestos en sus tejidos, basado en estrategias que adoptan para resistir sus efectos tóxicos. Para comprender los procesos

empleados, se describen de forma breve algunos mecanismos utilizados por las plantas para tolerar tanto metales pesados como contaminantes orgánicos (López, 2007).

Tolerancia a los metales pesados. Está definido por los procesos celulares y la resistencia a los metales, una vez han penetrado las células (López, 2007); están relacionadas con mecanismos como el establecimiento de enlaces entre los metales y la pared celular, el nivel de tolerancia de la membrana celular y las enzimas vegetales, la reducción del transporte por la membrana celular, el flujo activo de metales desde las células hacia el exterior, la acumulación del exceso de metales en las vacuolas, la quelación del metal por ligandos orgánicos y/o inorgánicos (fitoquelatos), o por la precipitación del metal al formar compuestos de baja solubilidad (López, 2007; Kamnev, 2009).

Tolerancia a los contaminantes orgánicos. Existen dos mecanismos por los cuales las plantas pueden incrementar su resistencia a los contaminantes orgánicos (Navarro & Navarro, 2003). El primero consiste en la transformación de los elementos tóxicos en la rizósfera; en este proceso la planta libera más del 20% de su fotosintato dentro del suelo en forma de exudado radicular, el cual está constituido por una mezcla de azúcares, alcoholes, fenoles, ácidos orgánicos y proteínas, que son utilizados por las comunidades microbianas en la rizósfera (López, 2007). Estas poblaciones pueden ser de 100 a 10.000 veces mayores que las presentes en la matriz del suelo y se caracterizan por presentar enzimas específicas capaces de metabolizar los contaminantes hacia formas menos tóxicas (López, 2007). El segundo mecanismo, se produce una vez que los contaminantes atraviesan el sistema radicular (López, 2007); allí los elementos tóxicos pueden trasladarse hacia brotes y hojas para posteriormente volatilizarse, o pueden sufrir procesos de metabolización hacia nuevas formas; estos compuestos pueden mineralizarse o acumularse, bien como nutrientes o como nuevos

contaminantes. La inclusión en órganos subcelulares y la formación de otros compuestos representan las principales vías para la desintoxicación de xenobióticos en plantas (López, 2007).

Ventajas y desventajas de la fitorremediación

La Tabla 1 muestra las principales ventajas y desventajas que ofrece la fitorremediación, en relación con otras tecnologías convencionales, de acuerdo a lo planteado por algunos autores (Henry, 2000; Agudelo, Macías & Suárez, 2005; Núñez *et al.*, 2004; Mentaberry, 2009).

Algunas especies empleadas en fitorremediación

Según Saad, Castillo & Rebolledo (2009), de acuerdo con los estudios realizados las sustancias usadas en fitorremediación pueden clasificarse en dos grupos principales: la remediación de sustancias orgánicas recalcitrantes o peligrosas, donde el principal objetivo es degradar los contaminantes hasta obtener un producto menos tóxico; y, la remoción de sustancias tóxicas elementales, donde se encuentran los metales pesados y elementos radioactivos. Teniendo en cuenta esta clasificación, en la Tabla 2 y en la Tabla 3 se muestran las especies empleadas y el tipo de contaminante a tratar, respectivamente.

Tabla 1. Principales ventajas y desventajas de la fitorremediación

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Es una tecnología sustentable. • Es eficiente para tratar diversos tipos de elementos <i>in situ</i>. • Es aplicable en ambientes con degradación de baja, a moderada. • Es de bajo costo, no requiere personal especializado para su manejo, ni consumo de energía. • Es poco perjudicial para el ambiente y genera menor perturbación del lugar. • No produce contaminantes secundarios y por lo mismo no hay necesidad de lugares para desecho. • Tiene una alta probabilidad de ser aceptada por las comunidades en los alrededores de las áreas afectadas, debido a que es estéticamente agradable. • Evita la excavación y el tráfico pesado. • Tiene una versatilidad potencial para tratar una gama diversa de materiales peligrosos. • Se pueden reciclar recursos (agua, biomasa, metales). • Emplea la energía solar; y los procesos biológicos, químicos y físicos emanados por las plantas para lograr la remediación (absorción, transformación, acumulación, extracción, reserva y degradación rizosférica microbiana). • Las plantas tiene la habilidad de resistir más concentraciones de contaminantes orgánicos que la mayoría de microorganismos. • Es un “biorreactor autónomo”, manejado solarmente. • Es una técnica que actúa en conjunto con la revegetalización y la biodegradación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un proceso relativamente lento (cuando las especies son de vida larga, como árboles o arbustos). • Comparada con otras tecnologías empleadas esta requiere periodos de tiempo relativamente largos. • Es dependiente de las estaciones. • El crecimiento de la vegetación puede estar limitado por extremos de la toxicidad ambiental. • En algunos casos los elementos acumulados en las hojas pueden ser liberados nuevamente al ambiente durante el otoño (especies perennes). • Los elementos pueden acumularse en maderas para combustión. • No todas las plantas son tolerantes o acumuladoras. • La solubilidad de algunos contaminantes puede incrementarse, resultando en un mayor daño ambiental o migración de los mismos. • Se requieren áreas relativamente grandes. • Puede favorecer el desarrollo de mosquitos (en sistemas acuáticos). • Alcanzan únicamente hasta la profundidad a la cual llegan las raíces. • Las raíces de las plantas requieren oxígeno, así que no pueden penetrar bajo condiciones donde la textura del suelo, volumen de agua o proporciones de respiración microbianas son altas. • El suelo está desnudo y sujeto a erosión durante las fases tempranas de establecimiento de la planta. • Soluciones a largo plazo.

Fuente: Modificado de Núñez *et al.* (2004); Barrientos (2012); Torres & Zuluaga (2009).

Tabla 2. Metales pesados y especie vegetal utilizada para su remediación.

Especie vegetal	Compuesto	Especie vegetal	Contaminante
<i>Spartina pectinata</i>	titanium (III)	<i>Athyrium yokoscense</i>	Cu, Pb, Fe, and Zn
<i>Typha</i> (Cattail) and <i>Juncus</i> (Rush)	titanium (III)	<i>Sesbania cannabina</i>	Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni
Wetlandplants	nitroaromatics	<i>Arabidopsis</i>	Cu, Zn, PO ₄ Hg, As
<i>C. Presl</i> (Zn hyperaccumulator)	Zn y Cd	<i>Brassica napus</i>	Selenio
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Zn y Cd	<i>Sporobolus airoides</i>	Selenio
<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	Zn y Cd As, Pb	<i>Festuca arundinacea</i>	Selenio
<i>Thlaspi caerulescens</i> J.	Zn y Cd	<i>Spartina patens</i>	Selenio
<i>Astragalus bisulcatus</i>	Selenio	<i>Arabidopsis</i>	Mercurio
Indian Mustard	Selenio	<i>Pteris cretica</i>	Arsénico
<i>Arabidopsis halleri</i>	As, Cd, Pb, and Zn	<i>Pteris vittata</i>	Arsénico
<i>Chlorella</i> sp.	Pyrite, níquel	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Níquel
<i>Brassica juncea</i> .	Pyrite, níquel	<i>Hordeum vulgare</i>	Níquel
<i>Penisetum purpureum</i> ,	Cromo	<i>Spinacea oleracea</i>	Níquel
<i>Brachiaria decumbens</i>	Cromo	<i>Brassica juncea</i>	Níquel
<i>Phragmites australis</i>	Cromo	<i>Ricinus communis</i>	Níquel
<i>Solanum nigrum</i> L.	Cadmio	<i>Solanum lycopersicum</i>	Níquel
<i>Gentiana pennelliana</i>	Pb, Cu, and Zn	<i>Sorgum vulgare</i>	Níquel
<i>Pteris vittata</i> L.	Arsénico	<i>Hordeum vulgare</i>	Phosphorus uranium
<i>Gigaspora margarita</i>	Arsénico	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Pesticidas
<i>Glomus mosseae</i>	Arsénico	<i>Brassica napus</i>	Selenio
<i>Agropyron elongatum</i>	Níquel	<i>Arabidopsis</i>	Níquel
<i>Chlorella</i> sp.	Mercurio	<i>Bidens maximowicziana</i>	Plomo
<i>Pteris cretica</i>	Arsénico	<i>Arabidopsis</i>	Selenium
<i>Pteris biaurita</i>	Arsénico	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Níquel
<i>Arabidopsis</i>	Mercurio y Arsénico	<i>Nicotiana tabacum</i>	Níquel

Fuente: Saad (2009).

Tabla 3. Compuestos orgánicos y especie vegetal utilizada para su remediación

Especie vegetal	Compuesto
<i>Salix exigua</i>	Atrazine and metolachlor
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	2,4,6-trinitrotoluene
<i>Juncus effusus</i>	Atrazine and lambda-cyhalothrin
<i>Ludwigia peploides</i>	Atrazine and lambda-cyhalothrin
<i>Salix babylonica</i> L.	Methyl tert-butyl ether
<i>Lolium perenne</i> L.	Pentachlorophenol
<i>Raphanus sativus</i>	Pentachlorophenol
<i>Pisum sativum</i>	2,4-dichlorophenoxyacetic acid
<i>Cichorium intybus</i>	1,1,1-trichloro-2,2-bis-(4'-chlorophenyl ethane)
<i>Brassica juncea</i>	1,1,1-trichloro-2,2-bis-(4'-chlorophenyl ethane)
<i>Lupinus arboreus</i>	Solventes orgánicos tolueno
<i>Oryza sativa</i> L.	Metolachlor
<i>Cyperus aggregatus</i>	Petróleo
<i>Brachiaria brizantha</i>	Petróleo
Tabaco	2,3-dihydroxybiphenyl (2,3-DHB)
<i>Zea mays</i>	Herbicidas
<i>Nicotiana tabacum</i>	Herbicidas

Fuente: Saad (2009).

Estudios de caso

Son muchos los estudios de investigación desarrollados en el campo de la fitorremediación, algunos de los más relevantes se registran en la Tabla 4, incluyendo conclusión principal y referencia.

Tabla 4. Estudios de caso en el campo de la fitorremediación

Investigación	Conclusión principal	Autor(es)
“Comportamiento de la vetiveria (<i>Chrysopogon zizanioides</i> L. Roberty) como extractora de metales pesados en suelos contaminados”	La especie presentó dificultades para sobrevivir en suelos altamente contaminados por metales pesados como los de La Unión y Bustraviejo, sin embargo presentó un buen desarrollo en el suelo del Cuadrón cuya actividad minera se había abandonado hace más de 100 años.	Vargas <i>et al.</i> (2013)
“Proteínas queladoras de metales pesados en plantas hiperacumuladoras”	Las proteínas queladoras de metales pesados como: Yellow Stripe Like (YSL), Zinc Transporter (ZIP), ubiquitinas, Multidrug and Toxin Efflux (MATE), transportadoras de metales pesados dependientes de ATP (HMA), han sido estudiadas y reportadas como claves en el secuestro de estos metales.	Loyola & Aguilar (2012)
“Aislamiento de microorganismos inocuos productores de sideróforos para sistemas de fitorremediación”	Mediante la interacción planta -microorganismo se logra acrecentar la potencialidad de las plantas para acumular metales y hacer más eficiente el proceso.	Carrillo, Juárez y Tijerina (2011)
“Investigación de la biotransformación de Se en tejidos de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. mediante espectroscopia de absorción de rayos X”	La variedad flor de mayo de <i>P. vulgaris</i> puede ser clasificada como una acumuladora secundaria de selenio; y se comprobó la biotransformación del selenato usando espectroscopia de absorción de rayos X (EAX).	Cruz <i>et al.</i> (2011)
“Uso potencial del huizache (<i>Acacia farnesiana</i> L. Will) en la fitorremediación de suelos contaminados con plomo”	La interacción dosis de nitrógeno y concentración de plomo causó diferencias significativas en la acumulación de plomo de hoja, tallo y raíz. Hubo una tendencia a mayor acumulación del metal en la parte aérea de la planta, comparada con la acumulación registrada en la raíz.	Landeros <i>et al.</i> (2011)
“Acumulación de mercurio (Hg) por caña flecha (<i>Gynerium sagittatum</i>) (Aubl) Beauv. <i>in vitro</i> ”	Esta especie acumula Hg en sus tejidos, siendo la raíz la parte de la planta que presenta mayor concentración, seguida de los tallos-hojas.	Ortega, Beltrán & Marrugo (2011)
“Aislamiento de hongos endófitos para su potencial uso en fitorremediación de suelos contaminados con plomo”	Se aislaron cuatro cepas fúngicas que favorecen significativamente el crecimiento de <i>D. viscosa</i> , una planta potencialmente fitorremediadora de Pb, que pueden ser usadas para mejorar dicho proceso.	Velázquez <i>et al.</i> (2011)
“Evaluación de <i>Raphanus sativus</i> como bioacumulador de cadmio”	Es posible concluir que <i>Raphanus sativus</i> (rábano) tuvo la capacidad de acumular cadmio en tallo, raíz y hojas. En las tres concentraciones se observó crecimiento y bioacumulación de este elemento por la planta.	Morales & García (2011)
“Remediación de suelos contaminados con mercurio utilizando guarumo (<i>Cecropia peltata</i>)”	La especie acumula una cantidad considerable de Hg en sus tejidos; y la raíz es la parte presenta mayor concentración seguida de las hojas y finalmente tallos.	Vidal <i>et al.</i> (2010)
“Efectos de rizosfera, microorganismos y fertilización en la biorremediación y fitorremediación de suelos con petróleos crudo nuevo e intemperizado”	La leguminosa guaje inoculada con consorcio y fertilizante tiene un amplio potencial de uso en la fitorremediación de un suelo con 50.000 mg·kg ⁻¹ de HTP de PN, se promovió la degradación de HTP hasta un 81 %, 9% más respecto a la rizósfera del pasto Egipto, pero en suelo con PI el mejor fue en pasto Egipto con un 44% de degradación	Maldonado <i>et al.</i> (2010)
“Evaluación de la capacidad fitorremediadora de <i>Cyperus laxus</i> Lam. en suelo contaminado con hidrocarburos”	En cuanto a la capacidad fitorremediadora, el sistema planta- microorganismos modificó la composición de los contaminantes; aun cuando no se detectó una remoción significativa de los hidrocarburos, en el tiempo del ensayo, posiblemente debido a la baja biodisponibilidad de éstos.	Escalante <i>et al.</i> (2009)
“Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite (<i>Amaranthus hybridus</i> L.) y micorrizas”	Los resultados indican que la adición de micorrizas incrementó significativamente ($P < 0.05$) la concentración de Pb y Cd en raíz, tallo y hoja de quelite. Las concentraciones de estos metales se incrementaron significativamente conforme la edad de la planta.	Ortiz <i>et al.</i> (2009)

Conclusiones

La implementación de técnicas de fitorremediación es recomendable, debido a que generalmente no altera los ecosistemas, se realiza sin atender contra ellos, es una técnica pasiva, amigable y sostenible con el medio ambiente; y se puede usar junto con métodos mecánicos tradicionales o en algunos casos en reemplazo de ellos, sin embargo, debe realizarse de forma controlada para evitar el paso de elementos en exceso a la cadena trófica.

El conocimiento de los procesos fisiológicos en la planta y los compuestos tóxicos, permite que se puedan seleccionar especies vegetales con mayores niveles de tolerancia hacia contaminantes específicos; y adicionalmente, por medio de modificaciones genéticas se puede incrementar la biomasa vegetal, su morfología, densidad radicular o penetración en profundidad, así como favorecer la existencia de asociaciones específicas entre microorganismos y raíces.

Literatura citada

1. Agudelo, L., Macías, K. & Suárez, A. (2005). Fitorremediación: la alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos. *Revista Lasallista de investigación*, 2(001), 57-60.
2. Alexander, M. (1999). *Biodegradation and bioremediation*. (2ed.). Burlington, MA, USA: Academic Press.
3. Aros, E. (2007). *Aplicación y alcances de la fitorremediación como una alternativa de saneamiento ambiental*. Chile: Resumen. Universidad de Talca. Recuperado de: <http://goo.gl/qEEsWw>
4. Barrientos, T. (2012). Fitorremediación. Estado del Arte. Trabajo de grado Especialista en Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
5. Batista, R. & Sánchez, A. (2009). Fitorremediación de metales pesados y microorganismos. *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*, (16), 1- 6.
6. Brandt, R. (2003). Potential of vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) for the use in phytoremediation of petroleum hydrocarbon-contaminated soils in Venezuela. Tesis Curso Ecología del Paisaje. Münster. Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Institut für Landschaftsökologie, Alemania.
7. Carpena, R. & Bernal, M. (2007). Claves de la fitorremediación: fitotecnologías para la recuperación de suelos. *Ecosistemas*, 16 (2), 1-3.
8. Carrillo, G., J. Juárez, J. & Tijerina, G. (2011). Aislamiento de microorganismos inocuos productores de sideróforos para sistemas de fitorremediación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3), 501-509.
9. Cruz, G., Yáñez, E., Gutiérrez, G., Bernal, J., Durán, E., Figueroa, S., Gardea, J. & De la Rosa, M. (2011). Investigación de la biotransformación de Se en tejidos de *Phaseolus vulgaris* L. mediante espectroscopia de absorción de rayos X. *Acta universitaria*, 21(4), 48-54.
10. EPA – U.S. Environmental Protection Agency. (2000). Phytoremediation resource guide, Introduction to Phytoremediation. Cincinnati. Ohio: National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development.
11. EPA – U.S. Environmental Protection Agency. (1999). Phytoremediation resource guide. U.S. Washington, D.C. U.S. Environmental Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office.
12. Ercoli, E., Gálvez, J., Di Paola, M., Cantero, J., Videla, S. & Medaura, C. (1999). Biorremediación de suelos altamente contaminados. Ingepet. Expl-8-EE-03.
13. Escalante, E., Gallegos, M., Favela, E. & Gutierrez, M. (2009). Evaluación de la capacidad fitorremediadora de *Cyperus laxus* Lam. en suelo contaminado con hidrocarburos, XI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería.
14. Estaún, V., Calvet, C., Pera, J., Camprubí, A. & Parladé, X. (2007). Metales pesados y la simbiosis micorriza: Estrategias de fitorremediación. *Afinidad LXIV*, (528), 167-169.
15. FAO – PNUMA. (1984). Directrices para el control de la degradación de suelos. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
16. Ferrera, R., Alarcón, A., Mendoza, M., Sangabriel, W., Trejo, D., Cruz, S., López, C. & Delgadillo, J. (2007). Fitorremediación de un suelo contaminado con combustóleo utilizando *Phaseolus coccineus* y fertilización orgánica e inorgánica. *Agrociencia*, 41, 817-826.
17. Fiorenza, S., Oubre, C. & Ward, C. (Edt). (2000). *Phytoremediation of hydrocarbon contaminated soil*. Boca Ratón, Florida, USA: Lewis Publishers.
18. Freire, F. (2008). Técnicas de remediación ambiental de suelos contaminados con hidrocarburos en el área de influencia de operaciones de petroproducción del nororiente ecuatoriano de la piscina Shushufindi 17-1 (PEPDA). Tesis de pregrado Tecnólogo en petróleos. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
19. Garbisu, C., Becerril, J., Epelde, L. & Alkorta, I. (2007). Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador. *Ecosistemas*, 16 (2) 44-49.

20. Ghosh, M. & Singh, S. (2005). A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its byproducts. *Applied ecology and environmental research*, 3(1), 1-18.
21. Gutiérrez, M. (1997). Nutrición mineral de las plantas: avances y aplicaciones. *Agronomía Costarricense*, 21(1), 127-137.
22. Henry, J. (2000). *An Overview of the Phytoremediation of Lead and Mercury*. Washington, D.C.: National Network of Environmental Management Studies (NNEMS). Fellow U.S. Environmental Protection Agency. Office of Solid Waste and Emergency Response. Technology Innovation office.
23. Hollerung, J. (2003). *Phytoremediation: A General Overview*. Term Paper. Recuperado de: <http://goo.gl/YiIPRw>
24. Kamnev, A. (2009). Phytoremediation of heavy metals: an overview. *Marine Biotechnology*, 269 – 317.
25. Landeros, O., Trejo, R., Reveles, M., Valdez, R., Arreola, J., Predoza, A. & Ruíz, J. (2011). Uso potencial del hui-zache (*Acacia farnesiana* L. Will) en la fitorremediación de suelos contaminados con plomo. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente XVII*, 11-20.
26. López, A. (2007). *Capítulo II. Biorremediación y fitorremediación en suelos contaminados*. España: Publicaciones Real Academia Nacional de Farmacia. Recuperado de: <http://goo.gl/8TvfMe>
27. López, A. (2003). *El suelo en la biosfera y su repercusión en la salud ambiental*. Recuperado de: <http://goo.gl/Mw1ADe>
28. López, S., Gallegos, M., Pérez, L. & Gutierrez, M. (2005). Mecanismos de fitorremediación de suelos contaminados con moléculas orgánicas xenobióticas. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 21 (2), 91-100.
29. Loyola, C. & Aguilar, J. (2012). Proteínas queladoras de metales pesados en plantas hiperacumuladoras. *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ* 10, 21-30.
30. Lumelli, M. (2006). *Fitorremediación: otro regalo del reino vegetal*. Recuperado de: <http://goo.gl/cPmYDE>
31. Macías, S., Montenegro, M., Arregui, T., Sánchez, I., Nazareno, M. & López, M. (2003). Caracterización de acelga fresca de Santiago del Estero (Argentina). Comparación del contenido de nutrientes en hoja y tallo. Evaluación de los carotenoides presentes. *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas.*, 23(1), 33-37.
32. Macías, F. (1993). Contaminación de suelos: algunos hechos y perspectivas, p. 53-74. En: Ortiz, R. (1993). *Problemática geoambiental y desarrollo*, Murcia: V Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio.
33. Maldonado, E., Rivera, M., Izquierdo, F. & Palma, D. (2010). Efectos de rizosfera, microorganismos y fertilización en la biorremediación y fitorremediación de suelos con petróleos crudo nuevo e intemperizado. *Universidad y Ciencia, Trópico húmedo*, 26(2), 121-136.
34. Mentaberry, A. (2009). *Fitorremediación*, [diapositivas] Buenos Aires: Curso de Agrobiotecnología, Departamento de Fisiología, Biología Molecular y Celular, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 67 diapositivas.
35. Morales, M. & García, I. (2011). Evaluación de *Raphanus sativus* como bioacumulador de cadmio, XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería.
36. Muñoz, L., Nevárez, G., Ballinas, M. & Peralta, M. (2010). Fitorremediación como una alternativa para el tratamiento de suelos contaminados. *Revista Internacional de ciencia y tecnología biomédica, Toctli*, 1(3), 1-9.
37. Navarro, S. & Navarro, G. (2003). *Química Agrícola*. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. (Segunda ed.). España: Ediciones Mundi-Prensa.
38. Nedunuri, V., Govindaraju, R., Banks, M., Schwab, A. & Chen, Z. (2000). Evaluation of phytoremediation for field-scale degradation of total petroleum hydrocarbons. *Environ. Eng.*, 126, pp. 483-490.
39. Núñez, F. (2002). Evaluación a escala piloto de la fitorremediación de cuerpos de agua empleando caña glauca, XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancún, México.
40. Núñez, R., Meas, Y., Ortega, R. & Olguín, E. (2004). Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones, Biotecnología y Biología Molecular. *Ciencia, Julio-septiembre*, 69-82.
41. Ortega, R.; Beltrán, J. & Marrugo, J. (2011). Acumulación de mercurio (Hg) por caña flecha (*Gynerium sagittatum*) (Aubl) Beauv. in vitro. *Revista Colombiana de Biotecnología*.
42. Ortíz, H., Trejo, R., Valdez, R., Arreola, J., Flores, A. & López, B. (2009). Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando quelite (*Amaranthus hybridus* L.) y micorrizas. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 15(2), 161-168.
43. Ortiz, I., Sanz, J., Dorado, M. & Villar, S. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados*. España: Elecé Industria Gráfica, Informe de vigilancia tecnológica. Elacé Industria Gráfica.
44. Peña, J. (2006). Bases moleculares de la fitorremediación de hidrocarburos totales del petróleo. *Terra Latinoamericana*, 24(4), 529-539.
45. Prasad, S., Kumar, N. & Sharma, S. (2010). Bioremediation: Developments, Current Practices and Perspectives Genetic Engineering and Biotechnology. *Journal* 3, 1-20.
46. Reddy, K., Admas, J. & Richardson, C. (1999). Potential technologies for remediation of Brownfields. *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management*, 3 (2), 61-68.
47. Saad, I., Castillo, J. & Rebolledo, D. (2009). Fitorremediación: estudio de inteligencia tecnológica competitiva. *Sinnco*, 1-15.
48. Sabroso, M. & Pastor, A. (2004). *Guía sobre suelos contaminados*. Zaragoza: CEPYME ARAGON y Gobierno de Aragón.
49. Salt, E., Smith, R. & Raskin, I. (1998). Phytoremediation. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 49, 643-668.

50. Sánchez de la Puente, L. (1984). La alimentación mineral de las plantas. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. *Temas de divulgación*.
51. Sierra, R. (2006). Fitorremediación de un suelo contaminado con plomo por actividad industrial. tesis de pregrado Ingeniero Agrícola y Ambiental. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Buenavista, México.
52. Torres, K. & Zuluaga, T. (2009). Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. tesis de pregrado Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
53. Urzelai, A., Cagigal, E., Antepara, M., Bonilla, A. & Gurtubay, K. (2001). Potencial de fitorremediación de especies vegetales. Tratamiento de suelos contaminados con metales. *Ingeniería química*, 205-210.
54. Van Der Lelie, D., Schwitzguébel, J., Glass, D., Vangronsveld, J. & Baker, A. (2001). Assessing phytoremediation's progress in the United States and Europe. *Environ. Sci. Technol.*, 35, 446A-452A.
55. Vargas, C., Pérez, J., Masaguer, A. & Moliner, A. (2013). Comportamiento de la vetiveria (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) como extractora de metales pesados en suelos contaminados,” Ref. N° C0556, VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas, Madrid.
56. Velázquez, D., Rojas, C., Peralta, M. & Volke, T. (2011). Aislamiento de hongos endófitos para su potencial uso en fitorremediación de suelos contaminados con plomo, XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería.
57. Vidal, J., Marrugo, J., Jaramillo, B. & Perez, L. (2010). Remediación de suelos contaminados con mercurio utilizando guarumo (*Cecropia peltata*). *Ingeniería & Desarrollo* 27, 113-129.
58. Vidali, M. (2001). Bioremediation an overview. *Pure Appl. Chem.*, 73(7), 1163–1172.
59. Wania, F. & Mackay, D. (1996). Tracking the distribution of persistent organic pollutants. *Environ. Sci. Technol.* 30, 390A-396A.
60. Watanabe, E. (1997). Phytoremediation on the brink of commercialization. *Environ. Sci. Technol.*, 31, 182-186.

Los nematodos fitopatógenos como inductores de estrés biótico en plantas

Phytopathogenic nematodes as inductors of biotic stress in plants

Nematoides fitopatógenos como inductores do estresse biótico em plantas

Donald Heberth Riascos Ortíz

Agrónomo del Trópico Húmedo. Magister en ciencias agrarias, énfasis fitopatología

Profesor Auxiliar Universidad del Pacífico. Buenaventura, Valle del Cauca-Colombia.

dhriascoso@gmail.com

Resumen

Los nematodos fitoparásitos son agentes infecciosos que causan enfermedades en las plantas, a través de diferentes mecanismos, pero especialmente mediante la secreción de factores de patogenicidad denominados Patrones Moleculares Asociados al Patógeno y Efectores. En esta investigación se analiza la forma cómo estas proteínas requeridas por los nematodos para establecerse en sus hospederos, alteran la estructura y función de las células de las plantas, así como también reprograman la expresión génica de las células vegetales. Algunos nematodos, y principalmente los endoparásitos sedentarios, establecen relaciones parasíticas complejas con sus hospederos, en los cuales inducen la formación de sitios de alimentación (células gigantes en el caso de *Meloidogyne*). Se concluye que estos nematodos inducen la formación de síntomas, a manera de agallas, a nivel de raíces por procesos de hipertrofia (alargamiento celular) e hiperplasia (división celular excesiva). Además, estos daños a nivel de la planta resultan en alteraciones fisiológicas, especialmente por obstrucción de cilindros vasculares, lo que impide la translocación normal de agua y nutrientes, y por consiguiente la expresión de marchitamientos, con efectos deletéreos sobre la producción. De igual

manera, las plantas han desarrollado estrategias de reconocimiento de factores de patogenicidad de los nematodos para expresar sus mecanismos de defensa.

Palabras clave: efectores, fitoparásitos, hipertrofia, hiperplasia, *Meloidogyne*

Abstract

The phyto-parasitic nematodes are infectious agents that cause diseases in plants, through different mechanisms, but especially by means of the secretion of pathogenicity factors and effectors, denominated pathogen associated molecular patterns. This research analyses the way these proteins required by the nematodes are established in their hosts, they alter the structure and function of plants cells, as well as they reprogram the genetic expression of vegetal cells. Some nematodes, and mostly the sedentary endoparasites, establish complex parasitic bounds with their hosts, in which they induce the formation of alimentation places (gigantic cells in *Meloidogyne* case). It is concluded that these nematodes induce the formation of symptoms, as a gill, in the root level by hypertrophy processes (cellular

elongation) and hyperplasia (excessive cellular division). Otherwise, these damages in plant level result as physiological alterations, especially by vascular cylinders obstruction what blocks the normal water and nutrients translocation, and consequently the wilting expression, with deleterious effects over the production. Likewise, plants have developed recognition strategies of pathogenicity factors of these nematodes in order to express their defense mechanisms.

Key-words: effectors, phyto-parasites, hypertrophy, hyperplasia, *Meloidogyne*

Resumo

Fitonematóides são agentes infecciosos que causam doenças em plantas, através de diferentes mecanismos, mas especialmente através da secreção de fatores de virulência conhecidos como Padrões Molecular associados ao patógeno e efetores. Nesta pesquisa analisa-se a maneira como estas proteínas necessárias por nematóides para se estabelecer no seu hospedeiro, alteram a

estrutura e função das células de plantas, bem como a expressão do gene reprogramado de células vegetais. Alguns nematóides e endoparasitos principalmente sedentários, estabelecem relações parasitárias complexas com seus hospedeiros, nos quais induzem formação de locais de alimentação (células gigantes no caso de *Meloidogyne*). Concluimos que estes nematoides induzem a formação de sintomas, em forma de galhas, ao nível de raízes processos de hipertrofia (alongamento celular) e hiperplasia (divisão celular excessiva). Além disso, estes danos ao nível da planta terminam em alterações fisiológicas, em especial cilindros de obstrução vascular, o que impede a translocação normal de água e nutrientes, e, portanto, a expressão de murchidão, com efeitos deletérios sobre a produção. Da mesma forma, as plantas têm desenvolvido estratégias de reconhecimento de fatores de patogenicidade de nematóides para expressar seus mecanismos de defesa.

Palavras-chave: efetores fitoparasitos, hipertrofia, hiperplasia, *Meloidogyne*

Introducción

Los nematodos fitoparásitos son animales filiformes (forma de hilo), invertebrados, no segmentados (Decraemer & Hunt, 2006). Además se caracterizan por ser parásitos obligados (sólo se pueden alimentar de plantas vivas), es decir que las células de las cuales se alimentan usualmente no mueren. Los nematodos fitoparásitos se encuentran en el suelo y en las raíces, pero unas pocas especies atacan partes aéreas de las plantas. La mayoría de especies son microscópicas, con longitudes entre 300 – 4000 μm y diámetros entre 15 – 30 μm (Noe, 2006).

Todos los nematodos parásitos de plantas tienen una estructura de alimentación con forma de lanza, llamada estilete en la región de la cabeza (porción anterior). El estilete es usado por los nematodos para penetrar el tejido vegetal directamente y para

alimentarse de las células vegetales (Noe, 2006; Agrios, 2005). A través del estilete los nematodos secretan compuestos al interior de las células de la planta y remueven nutrientes de éstas. Los nematodos pueden alimentarse fuera de las raíces (ectoparásitos) o dentro de las raíces (endoparásitos) y algunos son migratorios (se mueven durante su ciclo de vida); mientras que otros son sedentarios (se establecen permanentemente en su sitio de alimentación) (Noe, 2006).

Aunque actualmente, alrededor de 4100 especies de nematodos fitoparásitos han sido descritos (15% del total de especies de nematodos conocidas), su impacto ha sido sustancial por ocasionar pérdidas anuales en la producción agrícola del orden del 14%, lo cual corresponde en promedio a US\$78 billones (Decraemer & Hunt, 2006; Smiley

et al., 2005). Bird & Kaloshian (2003) mencionan que los nematodos quiste (*Heterodera* y *Globodera*) y del nudo radical (*Meloidogyne* spp.) causan pérdidas en la producción de un amplio rango de cultivos en campo, lo cual excede los US\$100 billones anualmente. El efecto negativo de los nematodos fitoparásitos en la producción agrícola está determinado por el nivel poblacional de la especie de nematodo en el suelo.

Vovlas & Trocoli (2008) encontraron que la producción relativa de *Ocimum basilicum* L. disminuye con el incremento en el nivel poblacional de *Meloidogyne arenaria* raza 2. Estos autores determinaron que la altura y peso de las plantas disminuye con una densidad poblacional de 0.15 huevos y juveniles por ml de suelo. En este mismo estudio la mayor reducción en el crecimiento se registró con una densidad poblacional de 8 huevos y juveniles por ml de suelo. En un estudio similar, Jahanshahi, Sasanelli, Hosseininejad & Tanha Maafi (2014), registraron una significativa reducción en el crecimiento de brotes principales en plantas de olivo (*Olea europea*) del cultivar Zard, del orden de 37.6% y 10.7%, con una densidad poblacional de 0.1 y 12.8 juveniles por cm³ de suelo para *M. javanica* y *M. incognita*, respectivamente. En ese sentido, un límite de tolerancia de 0.4 juveniles por cm³ de suelo fue establecido para *M. javanica* en plantas de olivo (*O. europea*) del cultivar Zard.

Además del daño directo que ocasionan los nematodos fitoparásitos sobre la producción de cultivos en el mundo, estos microorganismos generan daños mecánicos en las raíces, favoreciéndose la entrada a la planta de fitopatógenos presentes en el suelo. Por ejemplo, Lamberti *et al.* (2001) reportó que heridas mecánicas causadas por mecanismos de alimentación de individuos de *Meloidogyne*, en estado juvenil dos y en raíces de árboles jóvenes de olivo (*O. europea*), favorecen la penetración e infección del tejido de la raíz por patógenos de suelo como *Verticillium dahliae*.

Habitat de los nematodos fitoparásitos y síntomas

Se estima que un acre (0.4 ha) de suelo en la capa arable puede contener aproximadamente 3.000.000.000 de nematodos (Decraemer & Hunt, 2006). Los nematodos dependen de humedad para su locomoción y vida activa, por lo cual la humedad del suelo y otros factores ambientales afectan directamente la supervivencia de estos microorganismos. La estructura del suelo, pero también la porosidad afectan la facilidad con la cual los nematodos pueden moverse a través del suelo. En ese sentido, los suelos arenosos proveen el mejor ambiente para los nematodos terrestres, pero suelos arcillosos pueden ser colonizados exitosamente por ciertos nematodos.

En la parte aérea de las plantas, los nematodos inducen diferentes tipos de síntomas, especialmente reducción del crecimiento, clorosis y marchitamiento. En las raíces, los síntomas se pueden presentar principalmente a manera de agallas, lesiones, pobre desarrollo radical, excesiva ramificación, (Agrios, 2005; Noe, 2006). A nivel celular, pero principalmente en sitios de alimentación, se ha registrado notables alteraciones de la apariencia y fisiología de las células (Hewezi & Baum, 2013). La mayoría de especies de *Meloidogyne* son fácilmente diagnosticadas por agricultores, debido a la presencia de agallas en las raíces, las cuales son formadas como una consecuencia de disturbios fisiológicos en los tejidos de las raíces por interacciones tróficas de hembras del nematodo. Sin embargo, la identificación de especies particulares del nematodo es difícil y requiere análisis taxonómico, lo cual es poco factible para muchos agricultores (Moens, Perry & Starr, 2009).

Vovlas, Rapoport, Jiménez & Castillo (2005) evidenciaron diferencias morfológicas en las agallas y sitios de alimentación inducidos por distintas especies de *Meloidogyne* (*M. artiellia*, *M. arenaria*, *M. incognita* y *M. javanica*) en garbanzo (*Cicer arietinum* L.). En este estudio, los autores no

registraron diferencias estadísticamente significativas entre especies del nematodo respecto al número de células gigantes por sitio de alimentación y área de éstas. Por el contrario, sí hubo diferencias para el diámetro de las agallas, el cual varía con la especie del nematodo. Así mismo se encontraron diferencias para el número de núcleos por célula gigante y diámetro de núcleos presentes en las mismas.

Interacción planta-nematodo

La relación entre nematodos parásitos de plantas y su hospedero es diversa. Los nematodos pueden ser sedentarios o migratorios, y pueden ser ectoparásitos o endoparásitos. Para algunos nematodos incluyendo la mayoría de ectoparásitos migratorios, las plantas sólo proveen una fuente efímera de alimento y la interacción entre el nematodo y la planta es limitada. Para otros nematodos la interacción es más compleja y duradera. Los nematodos fitoparásitos económicamente más importante son aquellos que inducen cambios en las raíces de su hospedero para formar sitios de alimentación, los cuales proveen al nematodo con una continua fuente de alimento (Gheysen & Jones, 2006).

Considerándose el modelo zig-zag, propuesto por Jones & Dangl (2006), los nematodos fitoparásitos pueden causar enfermedad en las plantas mediante dos tipos o clases de factores de patogenicidad, los Patrones Moleculares Asociados al Patógeno (PAMP) y las proteínas efectoras. Los PAMP corresponden a compuestos altamente conservados entre especies, y aunque no han sido identificados en nematodos, la expresión de respuesta de defensa basal en la planta (Producción de Especies de Oxígeno Reactivo-ROS, engrosamiento de la pared celular y deposición de calosa) posterior a la infección del patógeno soporta su existencia en estos microorganismos. El reconocimiento de estos compuestos por la planta, a través de receptores de reconocimiento de patrones (PRR) puede motivar la activación de las respuestas de defensa antes mencionadas, lo cual resulta en una Inmunidad Provocada por Patrones (PTI) (Hewezi & Baum, 2013).

Por otro lado, la relación patogénica de los nematodos fitoparásitos con la planta depende en gran medida de la producción e inyección de efectores, los cuales son proteínas del patógeno que alteran la estructura y función de las células del hospedero (Hogenhout, Van der Hoorn, Terauchi & Kamoun, 2009). Estas proteínas son producidas en las glándulas esofágicas del nematodo, que consisten de tres grandes células, dos subventrales y una dorsal. Los productos sintetizados en estas glándulas son secretados dentro del citoplasma de las células de la planta a través del estilete (Hussey 1989; Hussey & Mims, 1990). Aparte de las glándulas salivales, los bulbos basales de algunos nematodos (dorilaimidos) son fuente de efectores involucrados en el parasitismo vegetal (Maier, Hewezi, Peng & Baum, 2013). En nematodos de los géneros *Heterodera*, *Globodera* y *Meloidogyne*, la glándula subventral es más activa en el estado juvenil dos al inicio de la infección (penetración, migración e iniciación de sitios de alimentación); mientras que la glándula dorsal es más activa en las fases finales de la infección, durante el desarrollo y mantenimiento de los sitios de alimentación (Maier *et al.*, 2013). Estas proteínas son factores de patogenicidad que cumplen funciones en diferentes sitios en las células de la planta, a nivel del citoplasma, núcleo y apoplasto, principalmente. Entre las funciones de los efectores se incluye la represión de respuestas de defensa basal por reprogramación de la expresión génica en la célula, lo que resulta en una Susceptibilidad Provocada por Efectores (ETS) (Jones & Dangl, 2006). Los nematodos parásitos de plantas manipulan los procesos celulares del hospedero a su beneficio a través de interacción física entre efectores y diferentes proteínas de la planta (Maier *et al.*, 2013).

Las proteínas efectoras, además de los PAMP, son responsables de activación de las respuestas de defensa en la planta (Agrios, 2005). Lo anterior toma lugar cuando los efectores son reconocidos por proteínas R (receptores de reconocimiento de efectores), lo que conlleva a una Inmunidad Provocada por Efectores (ETI). Sacco *et al.* (2009),

reportaron que la proteína efectora RBP-1 producida por el nematodo quiste de la papa *G. pallida* motiva respuestas de defensa, incluyendo muerte celular o respuesta hipersensible. Una condición de resistencia en el hospedero genera una fuerte presión de selección sobre el patógeno, lo cual resulta en mutaciones en las secuencias de los genes que codifican para efectores. Dichas mutaciones conllevan a la síntesis de variantes de la proteína original que no son reconocidas por las proteínas R correspondientes, permitiéndole así causar enfermedad al nematodo (interacción compatible o ETS) (Jones & Dangl, 2006; Hewezi & Baum, 2013).

En la interacción con la planta, los nematodos fitoparásitos alteran el ciclo celular de su hospedero, como en el caso de los nematodos del nudo radical y nematodos quiste, quienes inducen la formación de células especializadas de alimentación (Goverse *et al.*, 2000). Estas células se caracterizan por ser multinucleadas (30-150 núcleos), debido a que en el proceso infectivo de estos nematodos ocurre poliploidización por mitosis sin división celular, denominada también mitosis acitoquinética (Dropkin & Nelson, 1960; Malallah, Afzal, Attia & Abraham, 1996). La manipulación del ciclo celular por nematodos ha sido confirmada a través de marcadores del ciclo celular (genes *cdc2aAt* y *cdc2bAt*), cuya expresión es inducida por estos patógenos a nivel de las células de alimentación (Niebel *et al.*, 1996; De Almeida Engler *et al.*, 1999). Igualmente, la manipulación del ciclo celular requiere de la participación de hormonas como auxinas (del tipo uridina) y citoquininas, las cuales son consideradas factores claves en la progresión del ciclo, por su papel como reguladores de la expresión y actividad de las kinasas dependientes de ciclina-CDK (Smit *et al.*, 1995; Helder *et al.*, 1998). En estudios de cromatografía, los tipos y niveles de auxinas presentes en agallas han mostrado correspondencia con los tipos y niveles de auxinas producidos por los nematodos durante su parasitación (Yu & Viglierchio, 1964).

En la validación de un método de extracción de glándulas salivales para aislamiento y secuenciación

de ARN, Maier *et al.* (2013), identificaron homólogos de genes efectores que codifican para enzimas degradadoras de pared celular, incluyendo celulasas, las cuales han sido encontradas en un gran número de nematodos parásitos de plantas. Las celulasas son usadas por los nematodos fitoparásitos para facilitar la penetración y migración a través del sistema de raíces durante los estados tempranos de la infección. En este mismo estudio, además de celulasas, se determinó la presencia de quitinasas, glucanasas, pectinasas, principalmente. Con relación a las pectinasas, Wiczorek *et al.* (2014) reportaron la sobreexpresión de genes codificantes de pectatoliasas (*PLL18* y *PLL19*) en los sitios de alimentación de *Heterodera*. Hewezi *et al.* (2008) demostraron que una proteína con dominio de unión a celulosa secretada por juveniles de *Heterodera schachtii* interactúa con una Pectina metil esterasa (PME), la cual es activada para facilitar el parasitismo del nematodo en remolacha azucarera. El parasitismo facilitado por PME ocurre porque esta enzima degrada la pectina, lo cual es un requisito para su digestión.

Características y Patogénesis de *Meloidogyne* spp.

Los nematodos del nudo radical son endoparásitos sedentarios del género *Meloidogyne*, los cuales están entre los parásitos más exitosos en la naturaleza. El éxito de este género de nematodos, de acuerdo con Castagnone-Sereno (2006), está relacionado con los diferentes mecanismos de reproducción que presenta: 1) reproducción por anfimixis, en la cual ocurre fusión de gametos posterior a la copulación (reproducción sexual). Esta reproducción toma lugar en las especies con menor importancia agrícola por ser menos destructivas (distribución reducida, estrecho rango de hospederos) como *M. carolinensis*, *M. megatyla*, *M. microtyla* y *M. pini*, 2) Partenogénesis meiótica se presenta cuando machos son ausentes, y ocurre reducción cromosomal a través de meiosis. El restablecimiento del número de cromosomas toma lugar después de la fusión de núcleos polares secundarios con pronúcleos del huevo

(en *M. chitwoodi*, *M. exigua*, *M. fallax* y *M. hapla*), y 3) partenogénesis mitótica (apomítica), en la cual no ocurre reducción ni fusión de núcleos, y el huevo desarrolla directamente un embrión. Cuando las condiciones son favorables los juveniles se desarrollan como hembras, pero en condiciones con limitaciones de recursos ellos se desarrollan como machos. Aunque infrecuente, puede ocurrir también reversión sexual. Este tipo de reproducción se presenta en las especies agrónomicamente más limitantes como *M. javanica*, *M. incognita* y *M. arenaria*.

El parasitismo por nematodos del nudo radical es caracterizado por el establecimiento de sitios de alimentación permanentes a manera de células gigantes en el córtex, endodermis, periciclo y parénquima vascular de las raíces del hospedero (Hussey & Williamson, 1997). Los sitios de alimentación son sumideros de fotosintatos, por lo cual los nematodos del nudo radical retrasan el crecimiento y desarrollo vegetal. La formación de células gigantes ocurre por la (re)diferenciación de células vegetales diferenciadas o no diferenciadas a células de alimentación especializadas, pero también por procesos de mitosis incompleta (Goverse *et al.*, 2000). En adición, la deformación y bloqueo de tejidos vasculares en los sitios de alimentación limita la translocación de agua y nutrientes, por lo tanto ocurre supresión del crecimiento vegetal y producción del cultivo (Vovlas, Rapoport, Jiménez Díaz & Castillo, 2005).

Un total de 19212 genes, correspondientes al 25% de secuencias que codifican para proteínas, fueron identificados en el genoma completo de *M. incognita* (Abad *et al.*, 2008), de las cuales 61 corresponden a enzimas degradadoras de la pared celular activadas por carbohidratos (CAZymes), 21 a celulasas y xilanasas de la familia GH5, 2 poligalacturonasas de la familia GH28, 30 pectato liasas de la familia PL3, 2 invertasas de la familia GH32 (las invertasas catalizan la conversión de sucrosa a glucosa y fructosa, las cuales pueden ser usadas por el nematodo como fuente de azúcar), 20 expansinas, las cuales rompen enlaces no covalentes

en la pared celular de las plantas, haciendo los componentes más accesibles a las enzimas degradadoras de pared celular, 4 corismato mutasas, relacionadas con biosíntesis de aminoácidos aromáticos y productos relacionados, lo cual le sirve al nematodo para subvertir la lignificación dependiente de tirosina (respuestas de defensa de la planta). Este conjunto de enzimas fueron probablemente adquiridas por transferencia horizontal de genes.

Otras proteínas reportadas por su importancia en la patogénesis de *Meloidogyne* incluyen a Calreticulín (Mi-Calreticulín). Esta proteína fue encontrada por Jauberth *et al.* (2005) en glándulas esofágicas de *M. incognita* y *in planta* por inmunolocalización después de ser inyectada vía estilete por estados migratorios y sedentarios del nematodo. Esta misma proteína fue encontrada por estos autores en las células especializadas de alimentación. Mutantes defectuosos en la producción de calreticulín *crt-1* mostraron que esta proteína es importante para el adecuado desarrollo del esperma y oocitos de *Caenorhabditis elegans*, sugiriéndose a esta enzima como un factor clave en la patogénesis y oogénesis del nematodo. Las calreticulinas son proteínas de unión altamente conservadas en animales y plantas, donde funcionan como proteínas chaperonas (exportación de proteínas), degradación de ARNm y adhesión celular (Holaska, Black, Rastinejad & Paschal, 2002; Nickenig *et al.*, 2002; Goicochea *et al.*, 2002).

Estrategias de manejo de nematodos fitoparásitos

El control de nematodos fitoparásitos debe hacerse a través de la integración de diferentes estrategias de manejo, de tipo legal, genético, cultural, físico, biológico y químico. En ese sentido, y considerando a Collange Navarrete, Peyre, Mateille & Tchamitchian (2011), las prácticas que podrían utilizarse para el manejo de enfermedades por nematodos son:

1. Evitar la movilización de suelo infestado de un sitio a otro, mediante limpieza de toda la maquinaria y herramientas agrícolas (implementos

de tractores), lo cual evita la dispersión del patógeno entre sistemas de producción.

2. Eliminar o matar nematodos fitoparásitos asociados al material de propagación por calor (inmersión de semilla en agua caliente a una temperatura que mantenga la viabilidad de la semilla). Otros métodos basados en calor como la solarización contribuyen a la reducción de poblaciones de nematodos.
3. Inundar por 8 semanas los suelos infestados por nematodos reduce el nivel de inoculo del patógeno.
4. Evitar excesos de humedad en los suelos agrícolas, dado que los nematodos pueden ser fácilmente diseminados por el agua.
5. Eliminar residuos de cosecha, puesto que los nematodos pueden sobrevivir sobre estos materiales.
6. Controlar las arvenses, debido a que un amplio rango de especies vegetales son hospederos de nematodos como *Meloidogyne* spp.
7. Establecer los cultivos en épocas con condiciones desfavorables para los nematodos, especialmente en épocas con bajas temperaturas (escape).
8. Evitar la disturbación del suelo favorece las poblaciones de microorganismos reguladores de fitoparásitos. Sin embargo, algunos estudios reportan que el arado puede bajar las poblaciones de nematodos fitoparásitos.
9. Aplicar enmiendas orgánicas ayuda a la nutrición de la planta, lo cual amplía la tolerancia de los cultivos a nematodos. Este efecto suele lograrse porque algunos materiales liberan compuestos con actividad nematicida (glucosinolatos asociados residuos de crucíferas), pero también por la activación de microorganismos antagonistas.
10. Mantener una adecuada fertilización del cultivo, debido a que desbalances nutricionales pueden favorecer el ataque de nematodos fitoparásitos.
11. Utilizar agentes de control biológico como hongos nematófagos, entre los que menciona a *Arthrobotrys* spp., *Monacrosporium* spp., *Paezilomyces lilacinus*, *Pochonia* y *Verticillium*.

Conclusiones

Los nematodos fitoparásitos causan estrés biótico en plantas mediante la síntesis y secreción de factores de patogenicidad, especialmente Patrones Moleculares Asociados al Patógeno (PAMP) y proteínas efectoras (proteínas de virulencias). Estos componentes son producidos en las glándulas esofágicas e inyectados a las células vía estilete.

Análisis de secuencias han permitido establecer una amplia presencia de genes que codifican para enzimas degradadoras de pared celular en el genoma de diferentes nematodos. Entre las enzimas reportadas se incluyen pectatoliasas, celulasas, xilanasas, expansinas, enzimas activadas por carbohidratos, principalmente.

Las proteínas efectoras de los nematodos fitoparásitos pueden ser reconocidas por proteínas R de la planta para elicitar o inducir la expresión de respuestas de defensa, como formación de Especies Reactivas de Oxígeno (ROS), deposición de calosa, engrosamiento de la pared celular, muerte celular programada (Respuesta hipersensible-HR).

La expresión de síntomas a manera de agallas y marchitamientos, posterior al ataque de nematodos, son indicadores de alteraciones morfológicas y fisiológicas a nivel de la planta. El daño fisiológico causado por nematodos fitoparásitos está relacionado con la obstrucción de cilindros vasculares, lo cual reprime la toma de agua y nutrientes, como ocurre en plantas infectadas por nematodos del nudo radical (*Meloidogyne*), pero también por la movilización de fotosintatos hacia las células gigantes o sincicios.

Literatura citada

1. Abad, P. et al. (2008). Genome sequence of the metazoan plant-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Nature biotechnology*. 26(8): 909-915.
2. Agrios, G. (2005). Plant pathology. Fifth edition. Elsevier academic press.

3. Castagnone-Sereno, P. (2006). Genetic variability and adaptive evolution in parthenogenetic root-knot nematodes. *Heredity*. 96: 282–289.
4. Collange, B., Navarrete, M., Peyre, G., Mateille, T. & Tchamitchian, M. (2011). Root-knot nematode (Meloidogyne) management in vegetable crop production: The challenge of an agronomic system analysis. *Crop Protection* 30: 1251-1262.
5. De Almeida Engler, J., De Vleeschauwer, V., Bursens, S., Celenza, J., Inzé, D., Van Montagu, M., Engler, G. & Gheysen, G. (1999). The use of molecular markers and cell cycle inhibitors to analyze cell cycle progression in nematode-induced galls and syncytia. *Plant Cell*. 11: 793-807.
6. Decraemer, W. & Hunt, D. (2006). Structure and Classification. In: Perry, R; Moens, M. (eds). *Plant Nematology*. CABI. pp 3-58.
7. Dropkin, V. & Nelson, P. (1960). The histopathology of root-knot infections in soybeans. *Phytopathology*. 50: 442-447.
8. Bird, D. & Kaloshian, I. (2003). Are roots special? Nematodes have their say. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 62:115-123.
9. Jahanshahi, F., Sasanelli, N., Hosseinijad, S. & Tanha Maafi, Z. (2014). Effects of the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on olive plants growth in glasshouse conditions. *Helminthologia*. 51(1): 46-52.
10. Jones, J. & Dangl, J. (2006). The plant immune system. *Nature*. 444: 323-329.
11. Gheysen, G. & Jones, J. (2006). Molecular Aspects of Plant–Nematode Interactions. In: Perry, R; Moens, M. (eds). *Plant Nematology*. CABI. pp. 234-254.
12. Goicoechea, S., Pallero, M., Eggleton, P., Michalak, M. & Murphy-Ullrich, J. (2002). The anti-adhesive activity of thrombospondin is mediated by the N-terminal domain of cell surface calreticulin. *J. Biol. Chem.* 277: 37219-37228.
13. Goverse, A., de Engler, J., Verhees, J., van der Krol, S., Helder, J. & Gheysen, G. (2000). Cell cycle activation by plant parasitic nematodes. *Plant Mol Biol.* 43: 747-761.
14. Helder, J., Smant, G., Goverse, A., Bakker, J. & Schots, A. (1998). Functional analysis of potato cyst nematode secretions. In: Proceedings of the 7th International Congress of Plant Pathology, Edinburgh, UK, p.1.14.3S.
15. Hewezi, T., Howe, P., Maier, T., Hussey, R., Mitchum, M. Davis, E. & Baum, T. (2008). Cellulose binding protein from the parasitic nematode *Heterodera schachtii* interacts with *Arabidopsis* pectin methylesterase: cooperative cell wall modification during parasitism. *Plant Cell*. 20: 3080–3093.
16. Hewezi, T. & Baum, T. (2013). Manipulation of plant cells by Cyst and Root-Knot Nematode Effectors. *Mol Plant-Microbe Interact.* 26(1): 9-16.
17. Hogenhout, S., Van der Hoorn, R., Terauchi, R. & Kamoun, S. (2009). Emerging concepts in effector biology of plant-associated organisms. *Mol Plant-Microbe Interact.* 22:115-122.
18. Holaska, J., Black, B., Rastinejad, F. & Paschal, B. (2002). Ca(2+)-dependent nuclear export mediated by calreticulin. *Mol. Cell. Biol.* 22:6286-6297.
19. Hussey, R. (1989). Disease-inducing secretions of plant parasitic nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol.* 27: 123-141.
20. Hussey, R. & Mims, C. (1990). Ultrastructure of esophageal glands and their secretory granules in the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Protoplasma*. 156: 9-18.
21. Hussey, R. & Williamson, V. (1997). Physiological and molecular aspects of nematode parasitism. In: Barker, K.; Pederson, G. & Windham, G. (eds). *Plant and Nematode Interactions*. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy. 87–108.
22. Jaubert, S., Milac, A., Petrescu, A., de Almeida-Engler, J., Abad, P. & Rosso, M. (2005). In Planta Secretion of a Calreticulin by Migratory and Sedentary Stages of Root-Knot Nematode. *Mol Plant-Microbe Interact.* 18(12): 1277-1284.
23. Lamberti, F., Ciccicarese, F., Sasanelli, N., Ambrico, A., D'addabbo T. & Schiavone, D. (2001). Relationships between plant parasitic nematodes and *Verticillium dahliae* on olive. *Nematol. Mediterr.*, 29: 3 – 9.
24. Maier, T., Hewezi, T., Peng, J. & Baum, T. (2013). Isolation of whole esophageal gland cell from plant-parasitic nematodes for transcriptome analyses and effector identification. *Mol Plant-Microbe Interact.* 13:31-35.
25. Malallah, G., Afzal, M., Attia, T. & Abraham, D. (1996). Tapetal cell nuclear characteristics of some Kuwaiti plants. *Citologia*. 61: 259-267.
26. Moens, M., Perry, R. & Starr, J. (2009). *Meloidogyne* species - a diverse group of novel and important plant parasites. In: Perry, R.; Moens, M.; Starr, J. (Eds.), *Root-knot Nematodes*. CABI International, Cambridge, MA (USA), pp. 1-17.
27. Nickenig, G., Michaelsen, F., Muller, C., Berger, A., Vogel, T., Sachinidis, A., Vetter, H. & Bohm, M. (2002). Destabilization of AT(1) receptor mRNA by calreticulin. *Circ. Res.* 90:53-58.
28. Niebel, A., de Almeida Engler, J., Hemerly, A., Ferreira, P., Van Montagu, M. & Gheysen, G. (1996). Induction of *cdc2a* and *cyc1At* expression in *Arabidopsis* during early phases of nematode-induced feeding cell formation. *Plant J.* 10: 1037-1043.
29. Noe, J. (2006). Plant-Parasitic Nematodes. In: Trigiano, R., Windham, M. & Windham, A. (eds.). *Plant pathology Concepts and Laboratory Exercises*. CRC press. pp. 101-115.
30. Sacco, M., Koropacka, K., Grenier, E., Jaubert, M., Blanchard, A., Goverse, A., Smant, G. & Moffett, P. (2009). The cyst nematode SPRYSEC protein RBP-1elicits Gpa2- and RanGAP2-dependent plant cell death. *PLoS Pathog.* 5:e1000564.
31. Smiley, R., Whittaker, R., Gourlie, J., Easley, S. & Ingham, R. (2005). *Heterodera avenae* density influences wheat yield in Oregon. *J. Nematol.* 37: 279-307.

32. Smit, G., de Koster, C., Schripsema, J., Spaink, H., van Brussel, A. & Kijne, J. (1995). Uridine, a cell division factor in pea roots. *Plant Mol. Biol.* 29:869-873.
33. Vovlas, N., Rapoport, H., Jiménez Díaz, R. & Castillo, P. (2005). Differences in Feeding Sites Induced by Root-Knot Nematodes, *Meloidogyne* spp., in Chickpea. *Phytopathology* 95:368-375.
34. Vovlas, N. & Troccoli, A. (2008). Pathogenicity and Host-Parasite relationships of *Meloidogyne arenaria* in Sweet Basil. *Plant Diseases.* 92: 1329-1335.
35. Wieczorek, K., Elashry, A., Quentin, M., Grundler, F., Favery, B., Seifert, G. & Bohlmann, H. (2014). A Distinct Role of Pectate Lyases in the Formation of Feeding Structures Induced by Cyst and Root-Knot Nematodes. *Mol Plant-Microbe Interact.* 27(9): 901-912.
36. Yu, P. & Viglierchio, D. (1964). Plant growth substances and parasitic nematodes. I. Root knot nematodes and tomato. *Exp. Parasitol.* 15: 242-248.

Recibido: 26 de enero de 2014
Aceptado: 27 de febrero de 2014

Especies reactivas de oxígeno y la enzima Superóxido Dismutasa como defensa de las plantas al estrés hídrico

Reactive oxygen species and the Enzyme Superoxide Dismutase as a plants defense to water stress

Espécies reativas de oxigênio e a enzima Superóxido Dismutase como defesa das plantas ao estresse hídrico

Sandra Yamile Pulido Pulido

Ingeniera Agrónoma, Magister en Ciencias Biología, Doctora en Ciencias Agrarias

Universidad del Pacífico, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia

sypulidop@gmail.com

Resumen

El cambio climático a escala global y regional ha influido en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos como las sequías, incrementado las zonas áridas en el planeta, como consecuencia, los eventos de estrés por sequía han aumentado en las plantas. Esta investigación tiene como objetivo mostrar la habilidad y estrategia de las plantas para responder y adaptarse al estrés por sequía mediante la enzima Superóxido Dismutasa (SOD). Se encontró que las respuestas bioquímicas se constituyen en uno de los principales mecanismos de defensa contra este tipo de estrés, uno de estos mecanismos es la sobreproducción de especies reactivas de oxígeno (ROS) el cual es controlado por sistemas antioxidantes. Dentro de estos sistemas antioxidantes se encuentra la enzima antioxidante Superóxido Dismutasa (SOD). Se concluye que las defensas antioxidantes isoformas de la enzima Superóxido Dismutasa (Mn-SOD, Cu/Zn-SOD, Fe-SOD), se hallan en diferentes especies vegetales y funcionan como eficientes detoxificadores de ROS. Por

esto pueden ser una herramienta valiosa en los programas de mejoramiento genético de plantas buscando aumentar la tolerancia de éstas al déficit hídrico.

Palabras clave: estrés abiótico, estrés por sequía, respuestas bioquímicas, sistemas antioxidantes

Abstract

Climate change on a global and regional scale has influenced the frequency and the intensity of extreme climatic events like droughts, arid zones increase in our planet, as a consequence, the events of drought stress have increased in plants. This research has as an objective to show the ability and strategy of plants to respond and to adapt themselves to the drought stress using the Enzyme Superoxide Dismutase (SOD). It was found that biochemical responses constitute one of the main defense mechanisms against this type of stress; one of these mechanisms is the overproduction of Reactive Oxygen Species (ROS) which

is controlled by antioxidant systems. Within these antioxidant systems it is found the Enzyme Superoxide Dismutase (SOD). It is concluded that antioxidant isoform defenses of the Enzyme Superoxide Dismutase (Mn-SOD, Cu/Zn-SOD, Fe-SOD), are found in different vegetal species and they work as efficient ROS detoxifying system. Therefore they can be a valuable tool to plants genetic improvement programs looking for increase their tolerance to water deficit.

Key-words: abiotic stress, drought stress, biochemical responses, antioxidant systems

Resumo

As alterações climáticas a nível global e regional influenciou a frequência e intensidade de eventos climáticos extremos como secas, incrementando as zonas áridas do planeta, como resultado, os eventos têm aumentado estresse hídrico em plantas. Esta revisão tem como objetivo mostrar a

habilidade e estratégia de plantas para responder e se adaptar ao estresse pela enzima superóxido dismutase (SOD). Verificou-se que as respostas bioquímicas constituem um dos principais mecanismos de defesa contra este tipo de stress, um destes mecanismos é a superprodução de espécies reativas de oxigénio (ROS) que é controlada por sistemas antioxidantes. Dentro destes sistemas antioxidantes está a enzima superóxido dismutase (SOD). Concluiu-se que as defesas antioxidantes isoformas da enzima superóxido dismutase (Mn-SOD, Cu / Zn-SOD, Fe-SOD), se encontram em diferentes espécies e como função de desintoxicação de plantas eficaz de ROS. Assim, eles podem ser uma ferramenta valiosa em programas de melhoramento de plantas buscando melhorar a tolerância delas ao déficit hídrico.

Palavras-chave: estresse abiótico, estresse pela seca, respostas bioquímicas, sistemas antioxidantes.

Introducción

El cambio climático global lleva a un incremento de las regiones áridas y semiáridas del planeta (FAO, 2007; Panel Intergubernamental Sobre El Cambio Climático, 2007), junto con la sobrepoblación que conduce a una sobreexplotación del recurso agua para fines agrícolas, debido a que es necesaria para que las plantas se desarrollen, sobrevivan y den buena producción (Chaves *et al.*, 2003, 2002; Passioura, 2007). La FAO (2008, 2007) corrobora lo anterior señalando que la agricultura es el primer consumidor de agua a escala mundial, con 69 % de toda el agua dulce procedente de lagos, cursos de agua y acuíferos, además que su carencia puede ser una causa principal de hambrunas y subnutrición.

La seguridad alimentaria está amenazada por los efectos del cambio climático. La sequía está catalogada como uno de los más importantes tipos de estrés medioambientales que afectan fuertemente

el crecimiento y desarrollo de la planta, producción y rendimiento de los cultivos (Shao *et al.*, 2009). Ante una población creciente, reducir el hambre sólo será posible si se logran aumentar de forma significativa y sostenible los rendimientos agrícolas. Ello, a su vez, dependerá de un aumento de la utilización del riego y una mejor gestión del agua (FAO, 2008).

Un efecto secundario al estrés por sequía es el daño oxidativo causado por la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), que obligan a las plantas a activar mecanismos moleculares de regulación induciendo genes que expresan enzimas desoxidantes como Superóxido Dismutasa (SOD). Estudios realizados en muchas especies vegetales, sometidas a estrés hídrico, muestran el incremento de la actividad de esta enzima así como su relación con la resistencia al estrés. La enzima puede ser utilizada como marcador en la

búsqueda de resistencia. Este artículo tiene como objetivo evidenciar la habilidad y estrategia de las plantas para responder y adaptarse al estrés hídrico mediante la enzima (SOD).

Especies Reactivas de Oxígeno (ROS)

Las ROS se producen continuamente como subproductos de varias vías metabólicas que están localizadas en diferentes compartimientos celulares como cloroplastos, mitocondrias y peroxisomas. (Navrot, Rouhier, Gelhaye & Jaquot, 2007; Del Rio, Sandalio, Altomare & Zilinskas, 2006). Bajo condiciones de equilibrio las moléculas de ROS son eliminadas por varios mecanismos de defensa antioxidativa (Foyer & Noctor, 2005). Las plantas en condiciones normales producen (ROS) tales como los radicales O_2^- radical superóxido; $\bullet OH$ radical hidroxilo; HO_2 radical perhidroxilo; $RO\bullet$ Radicales alcoxilos y formas no radicales H_2O_2 peróxido de hidrogeno y 1O_2 oxígeno simple (Gill & Tuteja, 2010).

El equilibrio entre la producción y la eliminación de ROS puede ser perturbado por varios factores de estrés biótico como ataques de patógenos y abióticos como salinidad, radiación ultravioleta (UV), sequía, metales pesados, temperaturas extremas, deficiencia de nutrientes, contaminación del aire, herbicidas, entre otros. Cuando se rompe el equilibrio se genera un aumento repentino de los niveles intracelulares de ROS causando un daño significativo en las estructuras de la célula. (Figura 1 y Figura 2) (Gill & Tuteja, 2010).

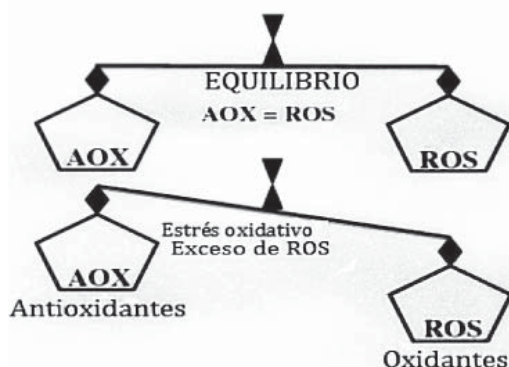


Figura 1. Equilibrio entre antioxidantes (AOX) y oxidantes (ROX).

Fuente: Gill & Tuteja (2010).

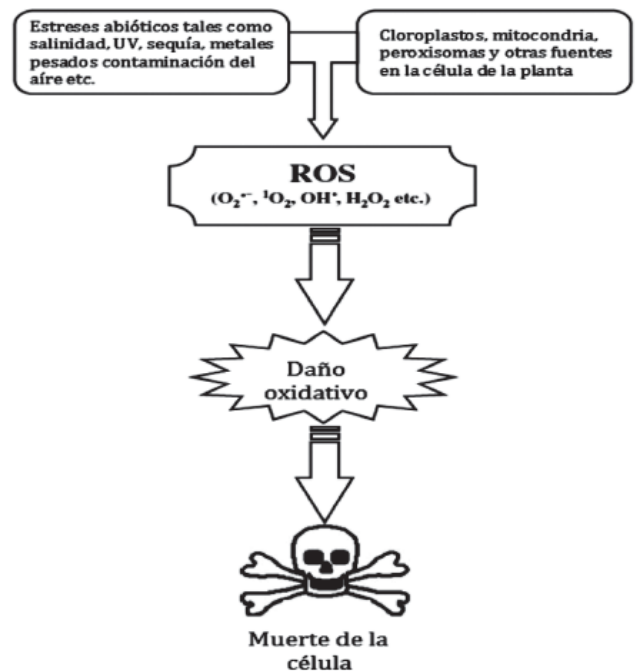


Figura 2. El estrés abiótico induce la producción de ROS y muerte de la célula

Fuente: Gill & Tuteja (2010).

La acumulación de ROS debido a los diferentes tipos de estrés ambiental, son una de las principales causas de pérdida de productividad de los cultivos al rededor del mundo. (Mittler, 2002). El aumento de los niveles de ROS en las plantas, causan un gran daño en las células y las lleva a la muerte debido a que se degradan proteínas, se fragmenta el DNA y se incrementa la peroxidación lipídica y el contenido de malondialdeido (MDA) (Moller, Jensen & Hansson, 2007; Anjum *et al.*, 2011; Gill & Tuteja, 2010; Prasad, 2004; Mittler, 2002).

Las ROS pueden dañar células pero también pueden iniciar respuestas tales como una nueva expresión génica. La acumulación de ROS debido a las condiciones de estrés biótico y abiótico, es contrarrestada por sistemas enzimáticos antioxidantes que incluyen una variedad de detoxificadores tales como Superóxido Dismutasa (SOD), Ascorbato Peroxidasa (APX), Glutacion Peroxidasa (GPX), Glutacion-S-Transferasa (GST), Catalasa (CAT) y no enzimáticos de bajo peso molecular, tales como Ácido Ascórbico (ASH), Glutacion (GSH), β -tocoferol, carotenoides y flavonoides (Gill & Tuteja, 2010).

También se ha mostrado que las ROS influyen en la expresión de un número de genes, activando una cascada de señalización en las vías de transducción, que sugiere que las células tienen estrategias de evolución para usar las ROS como estímulo biológico y señalizador que activa y controla varios programas de respuesta al estrés (Dalton, Shertzer & Puga, 1999).

En condiciones de déficit hídrico se presenta un aumento de las ROS (Farooq, Wahid, Kobayashi, Fujita & Basra, 2009), como una respuesta bioquímica temprana de las células eucarióticas ante el estrés, este evento es conocido como explosión oxidativa, evento temprano de respuesta de defensa de la planta al estrés hídrico y actúa como mensajero secundario para desencadenar reacciones posteriores de defensa (Apel & Hirt, 2004).

Al ocurrir la explosión oxidativa en las plantas, una de las respuestas primarias es el cierre de los estomas, presentándose dentro de éstas una disminución de la disponibilidad de CO_2 que afecta la capacidad de disipar la energía necesaria para la realización del ciclo de Calvin, produciéndose una reducción de la fotosíntesis y un aumento en la producción y contenido de ROS intracelular, dentro de éstas se tiene el radical superóxido (Türkan Bor, Özdemir & Koca, 2005; Prasad, 2004). Por tanto al afectarse los procesos de fotosíntesis debido al déficit hídrico se disminuye el crecimiento, desarrollo y el rendimiento de las plantas.

El radical superóxido (O_2^-) ha sido reportado como el principal causante del daño oxidativo en plantas, por esta razón ha tenido un papel importante en la determinación de los sistemas de adaptación en relación a tolerancia al déficit hídrico (Borsani, Díaz, Agius, Valpuesta & Monza, 2001; Smirnof, 1993).

El radical superóxido libre (O_2^-), puede reaccionar con el H_2O_2 por reacción de Haber-Weiss para generar radical hidróxilo (OH^\cdot), siendo este el más reactivo dentro de las ROS y se constituye en un componente importante de la toxicidad generada

por el oxígeno (Jaramillo *et al.*, 2005; Türkan *et al.*, 2005; Prasad, 2004; Borsani *et al.*, 2001; Slooten *et al.*, 1995; Smirnof, 1993).

Importancia, características y función de la Superóxido Dismutasa (SOD) dentro del sistema antioxidante

Las SOD pertenece a una familia de metaloenzimas, es considerada como la más eficiente de las enzimas antioxidantes intracelulares, está presente en todos los organismos aeróbicos y en todos los compartimientos subcelulares, en los cuales es posible que se generen las ROS, esto es importante en la tolerancia de las plantas a todo tipo de estrés debido a que proveen la primera línea de defensa contra los efectos de los elevados niveles de ROS (Gill & Tuteja, 2010; Abdul, Sankar, Murali, Gomathinayagam & Lakshmanan, 2008)

Es muy importante el estudio del papel que cumplen los sistemas de ROS y sus enzimas antioxidantes en la tolerancia de las plantas al estrés, porque con la manipulación de niveles de estas enzimas, es posible disminuir el estrés oxidativo, ofreciendo una alternativa para contrarrestar el efecto del estrés por sequía (Ramachandra, Viswanatha. & Vivekanandan., 2004). Además la respuesta enzimática puede constituir una ventaja adaptativa en la protección al déficit oxidativo (Borsani *et al.*, 2001).

La enzima Superóxido Dismutasa (SOD) hace parte del sistema de defensa oxidativo y tiene como función evitar la reacción de Haber-Weiss y minimizar el daño oxidativo, esta enzima dismuta rápidamente el radical superóxido (O_2^-) a Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2), este producto tiene la característica de ser relativamente estable y puede ser detoxificado por la Catalasa (CAT) y Peroxidasas (POX). Estas enzimas minimizan la reacción de Haber-Weiss manteniendo concentraciones de O_2^- y H_2O_2 cercanas a cero (Jaramillo, *et al.* 2005; Türkan *et al.*, 2005; Prasad, 2004; Borsani *et al.*, 2001; Slooten *et al.*, 1995; Smirnof, 1993), por esto se constituye en uno de los mayores

mecanismos de defensa antioxidantes en las plantas (Jaramillo *et al.*, 2005; Muñoz, Moran, Becana & Montoya, 2005)

Se conocen tres isoformas de la enzima SOD que se caracterizan porque cada una está coordinada con diferente ion metálico como cofactor (Jaramillo *et al.*, 2005; Muñoz *et al.*, 2005) y cada una es codificada por una pequeña familia de genes, lo que probablemente ha complicado aclarar el papel que tienen en las plantas (Kliebenstein, Monde & Last, 1998).

Las tres isoformas de Superóxido Dismutasa también están clasificadas por su sensibilidad diferencial al Cianuro de Potasio (KCN) y al Peróxido de Hidrógeno (H_2O_2). La isoforma Superóxido Dismutasa Zinc y Cobre (SOD Zn/Cu) se caracteriza por ser sensible a KCN y H_2O_2 , la isoforma Superóxido Dismutasa Hierro (SOD Fe) únicamente sensible a H_2O_2 y la isoforma Superóxido Dismutasa Manganeseo (SOD Mn) es resistente a ambos inhibidores. (Del Rio, Sandalio, Altomare & Zilinskas, 2003; Mittler, 2002; Bowler, Van Camp, Van Montagnu & Inzé, 1994)

Dentro de las isoformas SOD se han reportado varias isoenzimas de SODFe (seis), SODMn (tres), SODCu/Zn (siete). Al comparar la secuencia y estructura de estas isoformas se observó que SODMn y SODFe son grupos que están estrechamente relacionados, mientras SODCu/Zn parecen haber evolucionado independientemente (Muñoz *et al.*, 2005).

Las isoformas SOD Cu/Zn y SODMn se encuentran en todos los eucariotes superiores del reino animal. Sin embargo, en las algas eucariotas y los protozoos poseen SODMn y SODFe pero no poseen SOD Cu/Zn (Bowler, Montagu & Inzé, 1992)

El grupo de SOD Fe probablemente constituye el grupo más viejo de SOD. Esto se sugirió porque tal vez el hierro fue el primer ion metálico usado como cofactor ubicado en el sitio activo de la primera SOD por causa de la abundancia de Fe (II)

soluble formado en el tiempo (Bannister, Bannister, Barra, Bond & Bossa, 1991). Como los niveles de O_2 se incrementaron en el medio ambiente, los componentes minerales de éste fueron oxidados. La disminución de la disponibilidad de Fe (II) en el medio ambiente causó un cambio al uso del ion metálico Mn (III) que era el más disponible (Alscher, Erturk & Heath, 2002)

Las isoformas SOD Mn son probablemente las segundas más antiguas después de las SOD Fe, estas llevan un único átomo del metal por subunidad. Esas enzimas no pueden funcionar si el átomo de Mn no está presente en el sitio activo. Se ha encontrado en mitocondria y peroxisomas, y la isoforma SOD Fe está presente en los cloroplastos (Figura 3) (Muñoz *et al.*, 2005; Alscher *et al.*, 2002).

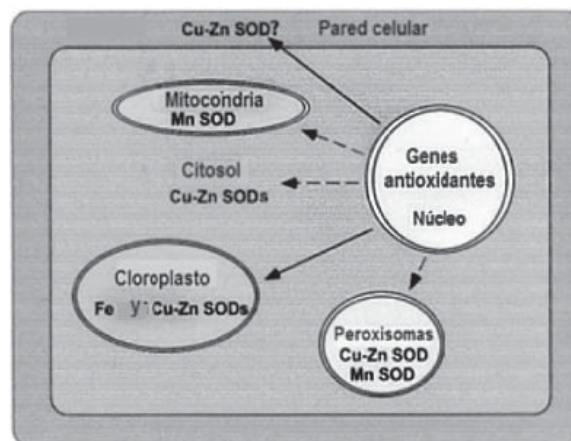


Figura 3. Localización de SODs en la célula de la planta

Fuente: Alscher *et al.* (2002)

Cuando la atmosfera fue completamente saturada de oxígeno, el Fe (II) fue casi completamente transformadas en no disponible y el Cu (I) insoluble fue convertido en Cu (II) soluble. En este estado, empieza a ser usado como ion metálico cofactor del sitio activo de SOD (Alscher *et al.*, 2002).

La isoforma SOD Cu/Zn es la más abundante en organismos eucariotas y está localizada principalmente en el citoplasma, en los cloroplastos y en diferentes tipos de peroxisomas. (Martínez, 2003). También se encuentran en el núcleo y en el apoplasto (Alscher *et al.*, 2002).

Los estudios de las enzimas SOD han producido resultados variables por el hecho de que esas isoformas son afectadas en forma diferente por el déficit hídrico (Bowler *et al.*, 1994). En las plantas la isoforma que aumenta su concentración, en respuesta a diferentes estímulos de déficit es la isoforma SOD Cu/Zn (Mittler & Zilinskas, 1994; Kenis, Rouby, Edelman. & Silvente, 1994; Kaminaka, Morita, Tokumoto, Masamura & Tanka, 1999). Los esfuerzos para fortalecer las defensas antioxidantes en el citoplasma o en el cloroplasto incluyen la sobreexpresión de esta isoforma, la cual provee aumento a la tolerancia a estrés oxidativo en plantas (Perl *et al.*, 1993; Gupta *et al.*, 1993a, Gupta *et al.*, 1993b; Murgia *et al.*, 2004)

En estudios realizados con especies de cultivos resistentes y tolerantes a sequía, los cuales fueron sometidos a estrés hídrico, se obtuvo como resultado que las especies tolerantes presentaron una actividad más alta de enzimas antioxidantes que las especies susceptibles, esto se observó en cultivos de trigo, frijol, maíz (Chopra & Selote, 2007; Türkan *et al.*, 2005)

En un estudio realizado en genotipos tolerantes y sensibles a sequía del musgo *Tortula ruralis* se observó un incremento en los niveles de SOD en los genotipos tolerantes a sequía (Bowler *et al.*, 1992). En variedades de arroz resistentes a sequía y a heladas también se presentó un incremento de SOD en presencia del déficit hídrico, asociando esto a un aumento en la capacidad del sistema antioxidante bajo este tipo de estrés (Guo, Ou, Lu & Zhong, 2006; Huang & Guo, 2005).

En tres genotipos de *Radix astragali* planta medicinal de la china, se observó que al aplicar déficit hídrico aumento la actividad de las SOD y además que este aumento se presentó en el genotipo más tolerante (Yong, Zongsuo, Hongboc & Feng, 2004)

Las diferentes isoformas en plantas sometidas a déficit hídrico han sido reportadas y además se han detectado cambios en su actividad especialmente incremento, por ejemplo en *Catharanthus*

roseus (Abdul *et al.*, 2008), maíz (*Zea mays* L.) (Jiang & Zhang, 2002; Zhu & Scandalios, 1994), *Arabidopsis thaliana*. (Kliebenstein *et al.*, 1998), *L. corniculatus* (Borsani *et al.*, 2001), trigo (Shao, Liang, Shao. & Sunc, 2005; Singh & Usha, 2003), arroz (Wang *et al.*, 2005), *Phaseolus acutifolius* (Türkan *et al.*, 2005).

En plantas, la isoforma SOD Cu/Zn se ha reportado con alto nivel de respuesta a diferentes estímulos de estrés, en cultivos como tabaco (Hamid, *et al.* 2004), guisantes (Mittler & Zilinskans. 1994), avena (Kenis *et al.*, 1994) y arroz (Kaminaka *et al.*, 1999).

En análisis por Northern-Blot de SOD Cu/Zn mRNA en *Lotus corniculatus* bajo estrés hídrico se presentó una alta acumulación de la enzima a medida que pasa el tiempo de exposición al estrés (Borsani *et al.*, 2001). Esto puede estar relacionado específicamente con la acumulación de la isoenzima SOD Cu/Zn₂. Este mismo comportamiento se ha observado en tabaco (Hamid *et al.* 2004), árboles de caucho (Miao & Gaynor, 1999) y plantas de tomate (Perl *et al.*, 1993).

Conclusiones

Las especies reactivas de oxígeno aumentan sus niveles en las plantas cuando están sometidas a diferentes tipos de estrés bióticos o abióticos, éstas son altamente reactivas y finalmente llegan a causar un estrés oxidativo que produce radicales libres a nivel intracelular y extracelular y pueden llevar a la muerte de la célula, causando daños a nivel de ácidos nucleicos, lípidos y proteínas; sin embargo las plantas han desarrollado mecanismos de defensas antioxidantes, que son eficientes y ayudan tanto en la inhibición de reacciones o en detoxificarla.

Una de las defensas antioxidantes son las isoformas de la enzima Superóxido Dismutasa (Mn-SOD, Cu/Zn-SOD, Fe-SOD), éstas se han encontrado en diferentes especies vegetales y funcionan como eficientes detoxificadores de ROS. Por esto

pueden ser una herramienta valiosa en los programas de mejoramiento genético de plantas buscando mejorar la tolerancia al estrés hídrico.

Literatura citada

1. Abdul, C. B., Sankar, P.V., Murali, M., Gomathinayagam, G.M.A. & Lakshmanan, R. P. (2008). Water deficit stress effects on reactive oxygen metabolism in *Catharanthus roseus*; impacts on ajmalicine accumulation. *Colloids and Surfaces. Biointerfaces* (62):105–111.
2. Alscher, R. A., Erturk, N. & Heath, L. S. (2002). Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. *J. Exp. Bot.* (53): 1331–1341
3. Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M.F., Man, C. & Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(9): 2026-2032.
4. Apel, K. & Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annu. Rev. Plant Biol.* (55): 373-399.
5. Bannister, W.H., Bannister, J.V., Barra, D., Bond, J. & Bossa, F. (1991). Evolutionary aspects of superoxide dismutase: the copper/zinc enzyme. *Free Radical Research Communications* 12-13, 349-361.
6. Borsani, O., Díaz, P., Agius, M.F., Valpuesta, V. & Monza, J. (2001). Water stress generate and stress oxidative through the induction a specific Cu/Zn superoxide dismutasa in *Lotus corniculatus* leaves. *Plant Science* (161): 757 -763.
7. Bowler, C., Van Camp, W., Van Montagnu, M. & Inzé, D. (1994). Superoxide dismutase in plants, *Crit. Rev. Plant Sci.* (13): 199 -218.
8. Bowler, C., Montagu, M. V. & Inzé, D. (1992). Superoxide Dismutase and stress tolerance. *Annu. Rev. Plant Physiology* (43):83 -116.
9. Chaves, M.M., Maroco, J.P. & Pereira, J.S. (2003). Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology* (30): 239–264.
10. Chaves, M.M., Pereira, J.S., Maroco, J., Rodríguez, M.L., Ricardo, C.P.P. & Osorio, M.L. (2002). How plants cope with water stress in the field: photosynthesis and growth. *Annals of Botany* (89): 907–916.
11. Chopra R.N. & Selote D.S. (2007). Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought-resistant than susceptible wheat cultivar under field conditions. *Environmental and Experimental Botany* (60): 276 - 283.
12. Dalton, T.P., Shertzer, H.G. & Puga, A. (1999). Regulation of gene expression by reactive oxygen, *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* (39): 67-101
13. Del Rio, L.A., Sandalio, L.M., Corpas, F.J., Palma, J.M. & Barroso, J.B. (2006). Reactive oxygen species and reactive nitrogen species in peroxisomes. Production, scavenging, and role in cell signaling, *Plant Physiol.* (141): 330-335.
14. Del Rio, L.A., Sandalio, L.M., Altomare, D.A. & Zilinskas, B.A. (2003). Mitochondrial and peroxisomal manganese superoxide dismutase: differential expression during leaf senescence, *J. Exp. Bot.* (54): 923-933
15. FAO, (2008). Redacción II 2008. Informe de la FAO. El agua y la seguridad alimentaria. Recuperado de: <http://redaccionii2008.blogspot.com/2008/06/informe-de-la-fao.html>.
16. FAO, (2007). Electronic forum on biotechnology in food and agriculture: conference 14. Recuperado de: <http://www.fao.org/biotech/forum.asp>.
17. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. & Basra, Sma. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain. Dev.* (29): 185-212.
18. Foyer, C.H. & Noctor, G. (2005). Redox homeostis and antioxidant signaling: a metabolic interface between stress perception and physiological responses, *Plant Cell* (17):1866-1875.
19. Gill, S.S. & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry* (48): 909-930.
20. Guo, Z., Ou, W.K., Lu, S. & Zhong, Q. (2006). Differential responses of antioxidative system to chilling and drought in four rice cultivars differing in sensitivity. *Plant Physiology and Biochemistry*, (44): 828-836.
21. Gupta, A.S., Heinen, J.L., Holaday, A.S., Burke, J.J. & Allen, R.D. (1993a). Increased resistance to oxidative stress in transgenic plants that overexpress chloroplastic Cu/Zn superoxide dismutase. *Proc Natl Acad Sci USA* (90): 1629–1633.
22. Gupta, A.S., Webb, R.P., Holaday, A.S. & Allen, R.D. (1993b). Overexpression of superoxide dismutase protects plants from oxidative stress (induction of ascorbate peroxidase in superoxide dismutase-overexpressing plants). *Plant Physiol* (103):1067–1673.
23. Hamid, G. B., Yamauchi, Y., Shimada, E., Sasaki, R., Kawano, N. & Tanaka, K. (2004). Enhanced tolerance to salt stress and water deficit by overexpressing superoxide dismutase in tobacco (*Nicotiana tabacum*) chloroplasts. *Plant Science*. (4): 919-928.
24. Huang, M. & Guo, Z. (2005). Responses of antioxidative system to chilling stress in two rice cultivars differing in sensitivity, *Biol. Plant.* (49): 81–84.
25. Jaramillo, S., Villa, N. A., Pineda, A.F., Gallego, A.B., Tabares, P.Y. & Ceballos, A. (2005). *Pesq. agropec. bras., Brasília*, (40):1115-1121.
26. Jiang, M. & Zhang, J. (2002). Water stress induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves, *J. Exp. Bot.* (53):2401–2410
27. Kaminaka, H., Morita, S., Tokumoto, M., Masamura, T. & Tanka, K. (1999). Differential gene expression of rice superoxide dismutase isoforms to oxidative and environmental stresses, *Free. Radic. Res.* (31): 219-225.

28. Kenis, J., Rouby, M., Edelman, M. & Silvente, S. (1994). Inhibition of nitrate reductase by water stress and oxygen in detached oat leaves: a possible mechanism of action, *J. Plant Physiol.* (144): 733-739.
29. Kliebenstein, R.A., Monde, R. & Last, R.L. (1998). Superoxide dismutase in Arabidopsis: an eclectic enzyme family with disparate regulation and protein localization, *Plant Physiol.* (118): 637 - 658.
30. Martínez, L. (2003). Tesis Doctoral Biotecnología. Respuesta Bioquímica y molecular de la simbiosis *Phaseolus vulgaris* L. *Glomus* intraradices al estrés de agua.
31. Miao, Z. & Gaynor, J. (1999). Molecular cloning, characterization and expression of Mn-superoxide dismutase from the rubber tree (*Hevea brasiliensis*), *Plant Mol. Biol.* (23): 267–277.
32. Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci.* (7): 405-410.
33. Mittler, R. & Zilinskas, A. (1994). Regulation of pea cytosolic ascorbate and other antioxidant enzymes during the progression of drought stress and following recovery from drought, *Plant J.* (5): 297-405.
34. Moller, I.M., Jensen, P.E. & Hansson, A. (2007). Oxidative modifications to cellular components in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* (58): 459-481.
35. Muñoz, I.G., Moran, J.F., Becana, M. & Montoya, G. (2005). The crystal structure of an eukaryotic iron superoxide dismutase suggests intersubunit cooperation during catalysis. *Protein Science.* (14): 387-394.
36. Murgia, I., Tarantino, D., Vannini, C., Bracale, M., Carravieri, S. & Soave, C. (2004). *Arabidopsis thaliana* plants overexpressing thylakoidal ascorbate peroxidase show increased resistance to paraquat-induced photooxidative stress and to nitric oxide-induced cell death. *Plant J.* (38): 940–53.
37. Navrot, N., Rouhier, N., Gelhaye, E. & Jaquot, J.P. (2007). Reactive oxygen species generation and antioxidant systems in plant mitochondria, *Physiol. Plant.* (129): 185-195
38. Panel Intergubernamental Sobre El Cambio Climático. (2007). Recuperado de: <http://www.ipcc.ch>.
39. Passioura, J. (2007). The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *Journal of Experimental Botany* (58): 113–117.
40. Perl, A., Perl-Treves, R., Galili, S., Aviv, D., Shalgi, E. & Malkin, S. (1993). Enhanced oxidative-stress defence in transgenic potato expressing tomato Cu, Zn superoxide dismutases. *Theor Appl Genet.* (85):568–76.
41. Prasad, M.N.V. (2004). Radicales Libres (FR) Y Especies Reactivas Del Oxígeno (ROS). En: Reigosa, M.J., Pedrol, N., Sánchez, A.M. (2004) La Ecofisiología Vegetal: Una Ciencia de Síntesis. Madrid: Thomson Editores Spain, p. 775-790.
42. Ramachandra, A. R., Viswanatha, K. C. & Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology* (161): 1189–1202
43. Shao, H.B., Chu, L.Y., Jaleel, C.A., Manivannan, P., Panneersel, V. R. & Shao, M.A. (2009). Understanding water deficit stress-induced changes in the basic metabolism of higher plants-biotechnologically and sustainably improving agriculture and the ecoenvironment in arid regions of the globe. *Crit. Rev. Biotechnol.* (29): 131-151.
44. Shao, H.B., Liang, Z.S., Shao, M.A. & Sunc, Q. (2005). Dynamic changes of anti-oxidative enzymes of 10 wheat genotypes at soil water deficits *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* (42): 187–195.
45. Singh, B. & K. Usha (2003). Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress, *Plant Growth Regul.* (39): 137–141.
46. Slooten, L., Capiu, K., Camp, W.V., Montagu, M.V., Soybesma, C. & Inze, D. (1995). Factors affecting the enhancement of oxidative stress tolerance in transgenic tobacco over expressing manganese superoxide dismutase in the chloroplasts, *Plant Physiol.* 107: 373–380
47. Smirnof, N. (1993). The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytol.* (125): 27- 58.
48. Türkan, I., Bor, M., Özdemir, F. & Koca, H. (2005). Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Science.* (168): 223 -231.
49. Wang, Z.F., Wang, O.B., Kwon, S.Y., Kwak, S.S. & Su, W.A. (2005). Enhanced drought tolerance of transgenic rice plants expressing a pea manganese superoxide dismutase, *J. Plant Physiol.* (162): 465–472.
50. Yong, T., Zongsuo, L., Hongbo, S. & Feng, D. (2004). Effect of water deficits on the activity of anti-oxidative enzymes and osmoregulation among three different genotypes of *Radix Astragali* at seeding stage. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces.* (49):60–65
51. Zhu, D. & Scandalios, John C. (1994). Differential Accumulation of Manganese-Superoxide Dismutase Transcripts in Maize in Response to Abscisic Acid and High Osmoticum. *Plant Physiol.* (106): 173-178.

Cómo citar los artículos publicados en el Volumen 5

Volumen 5 Número 1 enero-junio 2014

Ferramentas participativas no desenvolvimento socioeconômico do território: uma reflexão para projetos de construções rurais

Zúñiga, O.E. & Pontes de Almeida, G.L. (2014). Ferramentas participativas no desenvolvimento socioeconômico do território: uma reflexão para projetos de construções rurais. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enero-junio, 19-27.

Carbono orgánico de la hojarasca en los bosques de la reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, caso santuario sierra Chincua, México

Serrato, R., Adame, S., López, L. & Flores, D. (2014). Carbono orgánico de la hojarasca en los bosques de la reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, caso santuario sierra Chincua, México. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enero-junio, 29-45.

El costo de oportunidad de la mano de obra familiar en la economía de la producción lechera de Michoacán, México

Jiménez, R.A., Espinosa, V. & Soler, D.M. (2014). El costo de oportunidad de la mano de obra familiar en la economía de la producción lechera de Michoacán, México. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enero-junio, 47-56.

Remoción de azul brillante mediante columnas empacadas usando tuza de maíz

Hormaza, A., Villada Y.A. & Orrego, L.M. (2014). Remoción de azul brillante mediante columnas empacadas usando tuza de maíz. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enero-junio, 57-68.

Dinámica de los hongos de Micorriza Arbuscular (MA) en un Humic Dystrudepts sembrado con maíz Zea mays L. y Abonos Verdes (AV)

Vélez, F.J. & Sánchez de Prager, M. (2014). Dinámica de los hongos de micorriza arbuscular (ma) en un Humic Dystrudepts sembrado con maíz Zea mays L. y Abonos Verdes (AV). Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enero-junio, 69-79.

Producción de dos cepas de Frankia sp. aisladas de Alnus acuminata H.B.K. por fermentación fed-batch

Rey, A.M., Barahona, R. & Chamorro, D.R. (2014). Producción de dos cepas de Frankia sp. aisladas de Alnus acuminata H.B.K. por fermentación fed-batch. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enero-junio, 81-92.

Efecto de especies forrajeras sobre las bases intercambiables de un suelo sulfatado ácido del municipio de Paipa (Colombia)

Bernal, A.A. & Forero, F.E. (2014). Efecto de especies forrajeras sobre las bases intercambiables de un suelo sulfatado ácido del municipio de Paipa (Colombia). Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enero-junio, 93-101.

Origen de masas de aire en cuatro ciudades de Colombia mediante el modelo HYSPLIT

Ramírez, O.J. (2014). Origen de masas de aire en cuatro ciudades de Colombia mediante el modelo HYSPLIT. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enero-junio, 103-119.

Alternativas de procesamiento de uchuva (Physalis peruviana L) para el aprovechamiento de frutos no aptos para la comercialización en fresco

Castro, A.M., Puentes, G.A. & Botía, Y. (2014). Alternativas de procesamiento de uchuva (Physalis peruviana L) para el aprovechamiento de frutos no aptos para la comercialización en fresco. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enerojunio, 121-130.

Fitometabolitos secundarios que inciden en el valor nutricional de Lotus corniculatus como forraje para rumiantes

Santacoloma, L.E. & Granados, J.E. (2014). Fitometabolitos secundarios que inciden en el valor nutricional de Lotus corniculatus como forraje para rumiantes. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, 5 (1), enero-junio, 131-146.

La silvicultura como elemento crítico para la sostenibilidad y el manejo del bosque

Montes, C.R. (2014). La silvicultura como elemento crítico para la sostenibilidad y el manejo del bosque. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 147-153

Evaluación del efecto de tratamientos de desinfección con hipoclorito de sodio sobre segmentos nodales de *Guadua angustifolia* Kunth para el establecimiento del cultivo in vitro

Ramírez, L.A. Granados, J.E. & Carreño, N.E. (2014). Evaluación del efecto de tratamientos de desinfección con hipoclorito de sodio sobre segmentos nodales de *Guadua angustifolia* Kunth para el establecimiento del cultivo in vitro. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 155-169.

Caracterización de materia orgánica aportada por hojarasca fina en los bosques de ribera del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia)

Collantes, A., Castellanos-Barliza, J., León, J.D. & Tamaris-Turizo, C.E. (2014). Caracterización de materia orgánica aportada por hojarasca fina en los bosques de ribera del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 171-184.

Evaluación de la susceptibilidad a la desertificación en el municipio de Cartagena, Colombia

Sierra-Labastidas, T., Lopez-Salgado, H. & Tamaris-Turizo, C. (2014). Evaluación de la susceptibilidad a la desertificación en el municipio de Cartagena, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 185-195.

Caracterización del mercado de la carne de cerdo en nueve municipios del departamento de Boyacá, Colombia

Beltrán, D.C., Becerra, F. & López, B.Y. (2014). Caracterización del mercado de la carne de cerdo en nueve municipios del departamento de Boyacá, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 197-212.

Almacenamiento de carbono en arreglos agroforestales asociados con café (*Coffea arabica*) en el sur de Colombia

Vega, G., Ordoñez, C.M., Suárez, J.C. & López, C.F. (2014). Almacenamiento de carbono en arreglos agroforestales asociados con café (*Coffea arabica*) en el sur de Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 213-221.

Influencia de la aplicación de vinaza en la estructura de comunidades bacterianas en un Entic dystropept y un Fluentic haplustoll del Valle del Cauca, Colombia

Montenegro, S.P., Menjivar, J.C. & Riascos, D. (2014). Influencia de la aplicación de vinaza en la estructura de comunidades bacterianas en un Entic dystropept y un Fluentic haplustoll del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 223-230.

Efectos del cambio climático sobre la producción de papa en el municipio de Villapinzón (Cundinamarca-Colombia) a partir del Enfoque Ricardiano

González, K.D. & Galera, K.C. (2014). Efectos del cambio climático sobre la producción de papa en el municipio de Villapinzón (Cundinamarca-Colombia) a partir del Enfoque Ricardiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 231-242.

Análisis de grupo y evaluación financiera de unidades productivas de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) en el Distrito de Riego del Alto Chicamocha (Boyacá-Colombia)

Sanabria, N.C., Puentes, G.A. & Cleves, J.A. (2014). Análisis de grupo y evaluación financiera de unidades productivas de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) en el Distrito de Riego del Alto Chicamocha (Boyacá-Colombia). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 243-254.

Educomunicación y medio ambiente: en la búsqueda y construcción de fisuras

Badillo, M.E. & Martínez, O.G. (2014). Educomunicación y medio ambiente: en la búsqueda y construcción de fisuras. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (1), enero-junio, 255-270.

Volumen 5 Número 2 julio-diciembre 2014

¿Mientras más piedras, mejor? Materiales gruesos, relieve y nutrientes en suelos de la vertiente norte de la Cordillera Central Dominicana

May, T. (2014) ¿Mientras más piedras, mejor? Materiales gruesos, relieve y nutrientes en suelos de la vertiente norte de la Cordillera Central Dominicana. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 19-30.

Evaluación de nuevos cultivares de soya en el municipio de Puerto Padre, Cuba

Ávila Concepción, J. M., Ramón Infante, H. & Cabello Peña, H. (2014). Evaluación de nuevos cultivares de soya en el municipio de Puerto Padre, Cuba. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 31-39.

Crítica ecológica al concepto de Desarrollo y nuevas alternativas desde América Latina

Matos de Oliveira, A. L. (2014). Crítica ecológica al concepto de Desarrollo y nuevas alternativas desde América Latina. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 41-53.

Tecnologías usadas no Brasil para a recuperação de sementes crioulas

Zúñiga Mosquera, O. E. (2014). Tecnologías usadas no Brasil para a recuperação de sementes crioulas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 55-69

Análisis de riesgos en la salud de la población rural de la pampa argentina por uso de agroquímicos en cultivo de soja

Nogar, A. G. & Larsen, B. A. (2014). Análisis de riesgos en la salud de la población rural de la pampa argentina por uso de agroquímicos en cultivo de soja. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 71-84.

Biomimesis: nuevos horizontes de sostenibilidad y tendencias globales de la praxis tecno-científica en el mundo contemporáneo

Sierra Hernando, C. H. & Kuiru, N. (2014). Biomimesis:

nuevos horizontes de sostenibilidad y tendencias globales de la praxis tecno-científica en el mundo contemporáneo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 85-98.

Perspectiva interdisciplinaria del ordenamiento alimentario y derecho del consumidor en Argentina

Zapata Galvis, J. & Llano Franco, J. V. (2014). Perspectiva interdisciplinaria del ordenamiento alimentario y derecho del consumidor en Argentina. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 99-114.

Propuesta de campaña de bien público para fomentar la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre, Cuba

Ramona Altabas, J., Paz Ramírez, Y. & Pérez Parra, I. S. (2014). Propuesta de campaña de bien público para fomentar la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre, Cuba. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 115-126.

Evaluación en pérdidas de durazno (*Prunus persica*) variedad rubidoux en la granja experimental Tunguavita Paipa, Boyacá, Colombia

Lemus Cerón, A. J., Bastidas Parrado, L. A. & Puentes Montañez, G. A. (2014). Evaluación en pérdidas de durazno (*Prunus persica*) variedad rubidoux en la granja experimental Tunguavita Paipa, Boyacá, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 127-133.

Biofertilización nitrogenada como aporte a la sustentabilidad de la agricultura colombiana

Montenegro Gómez, S. P. & Barrera Berdugo, S. E. (2014). Biofertilización nitrogenada como aporte a la sustentabilidad de la agricultura colombiana. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 135-144.

Características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un yogur adicionado con concentrado de carambolo (*Averrhoa carambola*)

Parra Huertas, R. A., Riveros Niño, A. & Ayala García, J. (2014). Características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un yogur adicionado con concentrado de carambolo (*Averrhoa carambola*). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 145-154.

Valoración de plantas curativas comercializadas en los mercados locales de los municipios de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca, Colombia

Peña Cuellar, R. D., Vergara Gómez, A. F. Bonilla Morales, M. M. & Caetano, C. M. (2014). Valoración de plantas curativas comercializadas en los mercados locales de los municipios de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 155-168.

Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) en el trópico húmedo colombiano

Ararat Orozco, M. C., Sinisterra Garcés, C. L. & Hernández Rivera, C. (2014). Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china” (*Colocasia esculenta* L.) en el trópico húmedo colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 169-180.

Evaluación de condiciones actuales del corredor ripario del río Chisacá (Bogotá, Colombia) con el fin de identificar estrategias para su restauración

García Vargas, R. G. (2014). Evaluación de condiciones actuales del corredor ripario del río Chisacá (Bogotá, Colombia) con el fin de identificar estrategias para su restauración. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 181-204.

Cambios en el rol de la mujer en los diversos contextos de los sistemas productivos campesinos en el departamento de Boyacá, Colombia

Soler Fonseca, D. M., Fonseca Carreño, J. A. & Jiménez Jiménez, R. A. (2014). Cambios en el rol de la mujer en los diversos contextos de los sistemas productivos campesinos en el departamento de Boyacá, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 205-219.

Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar (Colombia)

Guzmán Duque, J. A. & Gómez Prada, S. L. Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del departamento de Bolívar, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 221-236.

Uso de rasgos funcionales de plantas como estimadores de carbono almacenado en biomasa aérea

Carmen Rosa Montes-Pulido, C. R. (2014). Uso de rasgos funcionales de plantas como estimadores de carbono almacenado en biomasa aérea. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 237-243.

Fitorremediación en la recuperación de suelos: una visión general

Bernal Figueroa, A. A. (2014). Fitorremediación en la recuperación de suelos: una visión general. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 245-258.

Los nematodos fitopatógenos como inductores de estrés biótico en plantas

Riascos Ortiz, D. H. (2014). Los nematodos fitopatógenos como inductores de estrés biótico en plantas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 259-267.

Especies reactivas de oxígeno y la enzima Superóxido Dismutasa como defensa de las plantas al estrés hídrico

Pulido Pulido, S. Y. (2014). Especies reactivas de oxígeno y la enzima Superóxido Dismutasa como defensa de las plantas al estrés hídrico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 5 (2), julio-diciembre, 269-276.

Instrucciones para los Autores

Público al que se dirige

La Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA) es una publicación oficial de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), destinada a publicar artículos resultantes de investigaciones originales en el área agraria y ambiental y en las áreas de conocimiento afines, en temas relacionados con los avances en producción animal, agricultura y uso sostenible de los recursos naturales. Como ejemplos de áreas afines citamos, entre otras, ética, ecología, sociología, geografía, historia, derecho, educación y economía, cuando se ocupan de perspectivas del desarrollo, de estilos de agricultura, de historia agraria, de desarrollo sustentable, de bioética y ética ambiental, de educación ambiental y extensión rural, de política agraria y ambiental, de legislación ambiental, forestal y agraria o de contribuciones significativas e innovadoras con visión sistémica, interdisciplinaria y/o transdisciplinaria. La publicación circula en formato impreso y en forma electrónica con acceso libre.

Misión

La misión de RIAA es fomentar la comunicación y colaboración entre investigadores nacionales e internacionales a través de la divulgación y transferencia de conocimiento relacionado con las ciencias agrarias y del medio ambiente, con el fin de fortalecer la generación de nuevo conocimiento (<http://hemeroteca.unad.edu.co/revista1/index.php/riaa>).

Temáticas de la revista

Los artículos publicados en RIAA se encuentran dentro de temas relacionados con

1. Agroecología
2. Fisiología y Nutrición animal
3. Etología y bienestar animal
4. Modelos de producción sostenible
5. Impacto ambiental de los sistemas de producción
6. Uso y manejo del suelo
7. Desarrollo rural, Educación y Proyección social
8. Biotecnología y energías alternativas
9. Sistemas Agroforestales

10. Agroforestería, Agrobiodiversidad
11. Impacto ambiental
12. Higiene y seguridad laboral
13. Principios y estrategias de gestión ambiental
14. Tecnologías limpias
15. Modelación Ambiental
16. Residuos sólidos
17. Manejo de recursos naturales
18. Riegos y drenajes
19. Dendrología
20. Gestión integral de residuos sólidos

Proceso de arbitraje de los artículos

El editor recibe los manuscritos postulados para publicación y revisa que estén orientados a las temáticas de RIAA y conforme a las normas de publicación. Después de esto, los originales pasan al Comité Editorial para designación de pares externos. Todo original se somete a arbitraje en la modalidad de doble ciego, al menos por dos pares, los cuales deben ser académicos, especialistas o árbitros ad hoc. De acuerdo con el dictamen de los pares (el cual se registra en el formato para concepto de evaluación), se solicita o no a los autores la realización de modificaciones mayores o menores y la adecuación de los originales a la política editorial de la revista. En caso de que un documento presente un concepto favorable y otro desfavorable, será enviado a un tercer evaluador cuya opinión será definitiva, siendo el Comité Editorial el encargado de dirimir cualquier controversia que se presente con respecto a las evaluaciones, y es la instancia que decide qué artículos serán publicados. Las decisiones del Comité Editorial son inapelables. Las correcciones ortográficas en el texto pueden ser hechas directamente por el Comité Editorial de la revista, sin consultar a los autores. Sin embargo, una versión final antes de impresión y/o publicación en la página web de la RIAA será enviada a los autores para su aprobación. Se considera que la versión final es aceptada si el autor no responde en los tiempos estimados.

Periodicidad

RIAA es una publicación semestral (enero-junio y julio-diciembre).

Política de acceso libre

RIAA proporciona acceso público y gratuito a todo su contenido con el fin de promover un mayor intercambio global del conocimiento y fomentar la lectura y citación de los originales publicados. RIAA no tolera ninguna forma de plagio (total, parcial o conceptual). En caso de identificar algún plagio, además de informar al autor el retiro del artículo, buscará advertir a los autores plagiados. RIAA se acoge a lo establecido en la política de plagio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Cesión de derechos

Cuando RIAA recibe la postulación de un original por parte de su autor, ya sea a través de correo electrónico o postal, considera que puede publicarse en formatos físicos y/o electrónicos y facilitar su inclusión en bases de datos, hemerotecas y demás sistemas y procesos de indexación. RIAA autoriza la reproducción y citación del material de la revista, siempre y cuando se indique de manera explícita el nombre de la revista, los autores, el título del artículo, volumen, número y páginas. Las ideas y conceptos expresados en los artículos son responsabilidad de los autores y en ningún caso reflejan las políticas institucionales de la UNAD.

Originalidad y exclusividad

Los originales presentados para su publicación en RIAA no deben estar postulados, aceptados o publicados simultáneamente en otra revista. Los autores deben diligenciar, firmar y entregar la carta de exigencia de originalidad del artículo.

Información general

Los manuscritos deben ser presentados como documento de texto, en MS Word, con las normas de estilo de la *American Psychological Association*

(APA), 3ª edición en Español o 6ª en Inglés. Se recomienda que la extensión de los manuscritos postulados para publicación no exceda 15 páginas.

Idioma: Los manuscritos enviados pueden estar escritos en portugués, español o inglés.

Presentación del manuscrito

Página de título: El objetivo de esta página es reunir los elementos claves del manuscrito. Debe incluir los ítems señalados a continuación.

Título del artículo. Debe ser claro, preciso e informativo, procurando no excederse de 20 palabras. Los nombres científicos deben ir escritos en letra cursiva, de acuerdo con la nomenclatura científica. Evite el uso de abreviaturas y fórmulas.

Autor(es). Escriba el nombre completo de cada autor, especificando el nombre, primer y segundo apellido. En el siguiente renglón, especifique la institución de afiliación (donde el trabajo enviado fue realizado), la dirección y el país. Indique el correo electrónico de cada autor. Una vez enviado el manuscrito a evaluación, la lista de autores no puede ser modificada.

Correspondencia. Al final de la página señale el autor responsable de la correspondencia del manuscrito indicando el nombre, teléfono, fax (con códigos de área), dirección completa y el correo electrónico. El autor de correspondencia es aquel que se va a encargar de mantener contacto con la revista durante todo el proceso de revisión y publicación.

Página de encabezado

Título del artículo. Es el mismo reportado en la página de título.

Resumen. Debe tener un máximo de 250 palabras. Deberá ofrecer una idea clara del contenido del artículo. El resumen debe describir brevemente los objetivos de la investigación, los métodos, los principales resultados y puntos de discusión y

las conclusiones. Evite el uso de abreviaturas. El resumen no debe contener referencias, a menos que sean estrictamente necesarias, en cuyo caso debe incluir la cita completa.

Palabras clave. Indique las palabras clave que sirvan como guía para la clasificación del artículo y faciliten la elaboración del índice de materias. Se sugiere emplear un máximo de cinco palabras, las cuales deben presentarse en orden alfabético. Evite el uso de palabras en plural y frases. No repita palabras que ya hayan sido usadas en el título.

Abstract. Corresponde al resumen del manuscrito traducido al inglés. Debe poseer una estructura y contenido igual al especificado en español o portugués.

Key Words. Palabras clave en inglés. Deben ser las mismas usadas en español, pero en idioma inglés. Deben presentarse en orden alfabético.

Cuerpo del artículo de investigación científica y tecnológica

Introducción. Debe indicar claramente los objetivos del trabajo y proporcionar los antecedentes necesarios para dar contexto internacional al estudio realizado. Debe incluir la revisión de literatura con las investigaciones más recientes que aportaron ideas fundamentales para el planteamiento y desarrollo del trabajo. En esta sección no se deben incluir datos ni conclusiones del trabajo que está dando a conocer.

Materiales y métodos. La presentación debe ser clara, concreta y suficientemente detallada para que el trabajo pueda ser reproducido. Debe describir los procedimientos empleados en la investigación, incluyendo diseño estadístico y análisis de datos. Esta sección deberá estructurarse indicando tipo de estudio, sitio, condiciones geoclimáticas, coordenadas del sitio de estudio, animales de estudio, métodos de laboratorio, aspectos éticos, etc.

En caso de haber usado un método ya publicado, sólo debe indicarse la referencia; en tal caso, únicamente las modificaciones relevantes deben ser incluidas en la descripción. Las cifras menores de diez deben escribirse en letras y las mayores, en números.

Resultados. Corresponde a la información concisa de los hallazgos de la investigación. No se deben incluir comentarios ni referencias a otros trabajos. La información presentada debe seguir una secuencia lógica en el texto, tablas e ilustraciones, de acuerdo a la forma como se presentaron los métodos. No se debe duplicar información en el texto, tablas o ilustraciones.

Discusión y conclusiones. Es la interpretación de los resultados obtenidos. Indique las contribuciones significativas de su estudio, las limitaciones, ventajas y posibles aplicaciones. Discuta sus resultados a la luz de investigaciones internacionales y señale el mayor aporte de la investigación y las consecuencias ambientales. Resalte las conclusiones del estudio, así como las recomendaciones para futuras investigaciones.

Agradecimientos. Esta sección se utilizará para hacer un reconocimiento a aquellas personas o instituciones que han hecho contribuciones sustanciales al trabajo o han prestado asistencia en la investigación (técnica, financiera, logística, intelectual, entre otras.). Los agradecimientos deben ir como una sección separada después de la discusión y antes de las referencias, en un párrafo que es opcional.

Literatura citada. Asegúrese de que todas las referencias citadas en el texto estén en la lista de referencias y viceversa. Tenga en cuenta que no se admitirán artículos sin referencias. Un 60% de las citas debe provenir de investigaciones publicadas en los últimos 10 años. Siga el formato que establece la revista para hacer citas, el cual aparece más adelante en la sección Literatura citada.

Nota: En algunos casos el Comité Editorial puede aceptar manuscritos con la siguiente estructura: Introducción, Materiales y métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Literatura citada.

Se recomienda una extensión de 6000 palabras.

Cuerpo del artículo de reflexión

Un artículo de reflexión es un texto donde el autor presenta resultados de una investigación con una perspectiva analítica, interpretativa y crítica, basado en observaciones o fuentes originales. **Estructura:** Introducción, Planteamiento de la temática, Desarrollo, Conclusiones, Agradecimientos y Literatura citada.

Cuerpo del artículo de revisión

Un artículo de revisión es la sistematización, análisis y balance de lo investigado sobre un problema en particular y tiene por objeto dar cuenta de sus referentes conceptuales, metodológicos y epistemológicos, además de los avances y tendencias del campo investigado. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión analítica de por lo menos 50 referencias bibliográficas. Un 60% de la literatura citada debe provenir de investigaciones publicadas en los últimos 2 años. **Estructura:** Introducción, Planteamiento de la temática, Recuperación bibliográfica, Tendencias en el campo de conocimiento, Conclusiones, Agradecimientos y Literatura citada.

Consideraciones de formato

Figuras y tablas. Los títulos de ambas deben estar centrados, en letra cursiva, tamaño de 10 puntos y numerados en arábigos. Tanto las tablas como las figuras deben ocupar el lugar más adecuado dentro del texto.

Figuras: Dentro del texto refiérase a la figura de la siguiente forma: (Figura 1). Las figuras deben ir sin líneas de división tanto en las abscisas como en las ordenadas y sin volumen ni sombra (barras

o puntos en tres dimensiones), a menos que haya más de dos ejes. Los ejes y señaladores deben ser claros y grandes. Cada figura debe tener su correspondiente leyenda. Las abreviaturas y acrónimos deben ser explicados en la leyenda de la figura. Las figuras deben ser enviadas en formato .jpg o .gif, y deben tener la calidad necesaria para su publicación (más de 300dpi). Sólo se aceptarán figuras en blanco y negro.

Tablas: Dentro del texto refiérase a la tabla de la siguiente forma: (Tabla 1). Presente los datos en una tabla real con líneas y columnas, a doble espacio, sin divisiones verticales ni divisiones internas. Se deben utilizar unidades del Sistema Internacional (SI). Las abreviaturas y acrónimos deben ser explicados como notas al pie en cada tabla. En ningún caso se admitirán tablas en formato apaisado.

Ecuaciones. Deben ir justificadas a la izquierda y numeradas consecutivamente. Utilice el Editor de Ecuaciones de Word 2003. El significado de cada símbolo debe aclararse en el texto del manuscrito.

Pie de página. No haga uso de este recurso en ninguna página.

Nomenclatura y unidades. Use las reglas y convenciones internacionales según el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los nombres comunes de las especies deben ser reportados en minúsculas, seguidos del nombre científico de la especie entre paréntesis. Los nombres científicos deben presentarse en letra cursiva. Después de la primera mención, los géneros deben limitarse a la primera letra.

Literatura citada. En el cuerpo del artículo las referencias se citarán por el apellido del autor y el año de publicación separados por una coma y entre paréntesis. Las referencias se incluirán al final del texto como un apartado más del mismo, listadas en orden alfabético, con sangría francesa. Las referencias electrónicas deben estar respaldadas por instituciones científicas; no se aceptan como referencias aquellos documentos que provengan de casas comerciales o páginas Web privadas. Las citas se deben elaborar de acuerdo con las normas APA, ejemplos de las cuales se presentan a continuación:

Artículo de una revista:

Skinner, M. (2005). Regulation of primordial follicle assembly and development. *Human Reproduction*, volumen (número), 461-471. Ciudad, país: Editorial.

Libro completo:

Gomella, C. & Guerree, H. (1977). *Tratamiento de aguas para abastecimiento público*. Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados.

Capítulo de un libro:

Casanovas, E., Novoa, R., Socorro, A., Paretts, E., González, M. & Liriano, R. (2007). Crianza porcina en la agricultura urbana de Cienfuegos (Cuba). En G. Castro (Ed.), *Porcicultura urbana y periurbana en ciudades de América latina y el Caribe* (pp. 19-24). Lima, Perú: Editorial.

Tesis y Trabajos de grado:

Niño, P. (2011). Modelos de reciclaje de residuos. Maestría en..., Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Documentos de congresos o seminarios:

De Souza, J. (2010). Construir un día después del desarrollo. En L. Carvalho (autoridad máxima del congreso), *Tercer Congreso Nacional de Educación Rural llevado a cabo en ciudad, país*.

Documentos en Internet*: Merzthal, G. (2004). *Marco normativo y legal para la agricultura urbana*. Recuperado de <http://www.biotecaverda.wikieco.org/cuaderno142.pdf>

*Solo utilice fuentes electrónicas que correspondan a publicaciones con respaldo institucional, cuyo contenido no pueda ser modificado o eliminado en el futuro. No utilice información proveniente de páginas comerciales o sitios de opinión.

Nota:

Cuando no se disponga de los datos básicos de publicación de un escrito, se debe incluir la respectiva página web, o en su defecto el doi, o si no el PMID. Los autores asumen la responsabilidad de devolver a la revista las correcciones de las artes finales de su artículo a la mayor brevedad posible. El Comité editorial se toma la libertad de publicar o no, suplementos para apoyar la publicación de resúmenes en eventos científicos nacionales e internacionales.

Instructions to authors for the presentation of research articles

I. General Information

Manuscripts should be submitted as a text document in MS Word, with the following style rules:

- * Letter size paper
- * Times New Roman font, size 12.
- * Paragraph double spacing.
- * Left justified.
- * 2.5 cm margins on all sides.
- * Headers or footers are not allowed.
- * The titles of the different sections and subsections of the article should be numerically sorted. Do not hold caps or bold letters.
- * Use continuous numbering of lines in the whole document.
- * Consecutively number all pages of the document, including title page, references, charts, figures, etc.
- * Do not use *italics* to indicate words of Latin origin such as “in vivo”, “et al”, “Per se”.
- * Use decimal points (not commas).
- * Make sure that each new paragraph is well indicated.

II. Language

The presented manuscripts may be written in Spanish or English. In either case, make sure they are well written.

III. Manuscript Presentation

A. Title page. The purpose of this page is to bring together the key elements of the manuscript. You must include the items listed below.

1. Article title. It should be clear, precise and informative, taking care not to exceed 20 words. Scientific names should be written in *italics*, according to the scientific nomenclature. Avoid using abbreviations and formulas.

2. Author(s). Enter the full name of each author, specifying the first and last name. On the next line, specify the institutional affiliation (where the submitted work was completed), address and

country. Enter the email of each author. After submitting the manuscript for evaluation, the list of authors cannot be changed.

3. Correspondence. At the bottom of the page indicate the author responsible for manuscript correspondence including name, telephone, fax (with area code), complete address and email. The corresponding author is the one who will be responsible for maintaining contact with the journal during the whole reviewing and publication process.

B. Header Page

1. Title of the article. The same as reported on the title page.

2. Summary. You must have a maximum of 250 words. A clear picture of the article contents should be provided. The summary should briefly describe the research objectives, methods, main findings and discussion points and conclusions. Avoid using abbreviations. The abstract should not contain references, unless strictly necessary, but in case it is needed the full citation must be included.

3. Keywords. Enter the key words in Spanish to serve as a guide to the classification of the article and facilitate the development of the index. Using a maximum of five (5) words is suggested, these should be presented in alphabetical order. Avoid using plural words and phrases. Do not repeat words that have already been used in the title.

4. Abstract. It corresponds to the abstract of the manuscript translated into English. It must have a structure and a similar context to the one specified in Spanish.

5. Key Words. Keywords in English. They must be the same used in Spanish, but in English. They should be presented in alphabetical order.

C. Article Body

1. Introduction. It should clearly state the objective of the work and provide the necessary background to give an international context to the developed study. It should include a review of literature with the most recent research that contributed with fundamental ideas to the planning and development of the work. This section should not include data nor conclusions from the work that is being reported.

2. Materials and methods. The presentation should be clear, specific and detailed enough so the work can be reproduced. It should describe the procedures used in research, including statistical design and analysis. This section should be structured indicating type of study, place, geo-climatic conditions, geographical coordinates of the study site, animal studies, laboratory methods, ethical issues, etc. In this case it should have used an already published method, only the reference must be indicated, in which case, only relevant modifications should be included in the description. The numbers under ten (10) must be written and the higher ones to these must be enumerated.

3. Results. It corresponds to the concise findings of the research. Do not include comments or references to other works. The information presented should follow a logical sequence in the text, charts and illustrations, according to the form methods were presented. Do not duplicate information in the text, graphs or illustrations.

4. Discussion and conclusions. It is the interpretation of the obtained results. Indicate the significant contributions of the study, limitations, advantages and possible applications. Discuss your results in the light of international research and point to the greater contribution of the research and its environmental consequences. Highlight the study's conclusions and recommendations for future research.

5. Acknowledgments. This section will be used to recognize those individuals or institutions that have made substantial contributions to the work or that have provided technical assistance in the investigation (financial, logistics, intellectual, among others.). The acknowledgments should go as a separate section after the discussion and before the references. This paragraph is optional.

6. References. Make sure all references cited in the text are in the reference list and vice versa. Please note that items will not be accepted without references. Follow the established format for citations in the journal (Section 4. Cited Literature).

D. Format Considerations

1. Figures and Charts. Figures and charts should be included along with the text of the manuscript on separate sheets at the end of the document, a figure or chart per page. Submit the title and legend of the figures and the title of the chart as a list in a separate section. Both charts and figures must be consecutively numbered and cited in the text with arabic numerals **i. Figures:** Within the text refer to figure as it follows: (Fig. 1) Figures should not be lines of division in both the abscissa as in the ordinates and without volume or shadow (bars or points in three dimensions) unless there are more than two axes. Axes and signposts should be clear and large. Each figure must have a corresponding legend. Abbreviations and acronyms should be explained in the legend of the figure. Figures should be submitted in .jpg or .gif, and have the quality needed for publication (more than 300dpi) **ii. Charts/Tables:** Within the text make reference to the chart as it follows: (Chart 1). Present data in a real chart with rows and columns, double-spaced without vertical divisions or divisions. You must use the International System of Units (SI). Abbreviations and acronyms should be explained as footnotes in each table. In no case shall there be tables in landscape format.

2. Equations. They should be left justified and numbered consecutively. The numbers should be right justified and enclosed in brackets (). Use the Equation Editor in Word 2003. The meaning of each symbol should be clarified in the text of the manuscript.

3. Footer. Do not use footnotes.

4. Nomenclature and Units. Use the rules and conventions: the International System of Units (SI). The common names of species should be reported in lowercase, followed by the scientific species name in parentheses. Scientific names should appear in italics. After their first mentioning, genders should be simplified to the first letter.

E. Cited References. In the body of the article text references are cited by author's surname and year of publication separated by a space and brackets (). In the case of quoting two authors use the symbol " & ". When the citation refers to more than two authors use the word "et al". Italicized. When citing more than one publication, it should be in chronological order and then alphabetically. For example, (Joe 1970, Alvarado & Gómez 1999, 2004, Oates 2001, Roberts 2004, Smith 2006, Albert et al. 2008).

References are included at the end of the text as one more headland of the same section, listed in alphabetical order, with french indent. Electronic references must be supported by scientific institutions; they won't be accepted as reference documents that come from commercial firms or private Web pages. Appointments will be documented according to the models listed below:

*** Published Arte:**

Halpern, S.D., P.A. Ubel & A.L. Caplan. 2003. Solid-organ transplantation in HIV-infected Patients. *Engenierring New England Journal*, 347: 284-287

*** Article with supplement:**

Geraud, G., E.L. Spierings & C. Keywood. 2002. Tolerability and safety of frovatriptan with short-and long-term Treatment of migraine and used for in comparison with sumatriptan. *Headache*, 42 (Suppl 2): S93-9

*** Book**

F. 1982. *Medical and surgical management*. 2nd Ed W B Saunders, Philadelphia.

*** Book:**

Gilstrap, L.C., F.H. Cunningham & J.P. VanDorsten (Eds.). 2007. *Operative obstetrics*. 2nd Ed McGraw-Hill, New York.

*** Book Chapter:**

Meltzer, P.S., A. Kallioniemi & J.M. Trent. 2005. Chromosome Alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler FG (Eds.). *The genetic basis of human cancer*. McGraw-Hill, New York, pp. 91-110

*** Graduate Thesis and Dissertations:** Gómez-Mayor M.S. 1989 violent mortality in the Judicial District of Alcalá de Henares [thesis / dissertation]. Alcalá de Henares: Faculty of Medicine, University of Alcalá de Henares.

*** Internet *:**

T. Collum 1997. *Supplementation Strategies for beef cattle*. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A & M University System. Available online: <http://agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf>. [Include the date this document was consulted].

* Only use fonts that correspond to electronic serials, with institutional support, which contents cannot be changed or removed in the future. Do not use information from commercial sites or sites of opinion.

Note: Check that all references cited in the text appear in the literature cited section and vice versa.

IV. Clarification Note

The authors assume responsibility to return to the magazine the corrections of the final artwork (galley) of the article, as soon as possible. The Editorial Board takes the liberty to publish or not, supplements to support the publication of abstracts in national and international scientific events.

V. Manuscript submission.

Manuscripts that are ready and in accordance with the format of the magazine, should be sent as an attachment to the riaa@unad.edu.co

Instruções para os autores para a apresentação dos artigos de investigação

I. Informação Geral

Os manuscritos devem ser apresentados em documento de texto, MS Word, com as seguintes normas de estilo:

- Papel tamanho Carta (21,59 x 27,94 cm) (8,5 x 11 in)
- Fonte Times New Roman, tamanho 12.
- Dupla espaçamento entre linhas.
- Alinhar o texto à esquerda.
- Margens de 2.5 cm em todos os lados.
- Não se admite cabeçalhos nem rodapés.
- Os títulos das diferentes secções e sub-secções do artigo devem estar ordenados numericamente. Não use maiúsculas em negrito.
- Use numeração contínua das linhas no documento todo.
- Numere consecutivamente todas as páginas do documento, incluindo a página do título, referências, tabelas, figuras, etc.
- Não use o itálico para indicar palavras oriundas do latim como in vivo, et al., Per se.
- Use pontos decimais (não virgulas)
- Assegure-se de que cada novo parágrafo fique bem indicado.

II. Idioma

Os manuscritos enviados podem ser escritos em Espanhol ou Inglês. Em qualquer dos casos, tem que assegurar de que estão muito bem escritos.

III. Apresentação do manuscrito

A. Página do título. O objectivo desta página é reunir os elementos-chave do manuscrito. Deve incluir os itens assinalados a seguir:

1. Título do artigo. Deve ser claro, preciso e informativo, procurando não exceder as 20 palavras. Os nomes científicos devem ser escritos em itálico, de acordo com a nomenclatura científica. Evite o uso de abreviaturas e fórmulas.

2. Autor(es). Escreva o nome completo de cada autor, especificando o apelido, nome e sobrenome. Na próxima linha, especifique a afiliação institucional (onde o trabalho enviado foi realizado), o endereço e o país. Indique o e-mail de cada autor. Uma vez enviado o manuscrito para revisão, a lista de autores não pode ser modificada.

3. Correspondência. Na parte inferior da página assinale o autor responsável pela correspondência do manuscrito indicando o nome, telefone, fax (com os códigos da área), morada completa e e-mail. O autor da correspondência é aquele que vai estar encarregue de manter contacto com a revista durante todo o processo de revisão e publicação.

B. Página do Cabeçalho

1. Título do artigo. O mesmo escrito na página do título.

2. Resumo. Deve ter um máximo de 250 palavras. Deverá oferecer uma ideia clara do conteúdo do artigo. O resumo deve descrever brevemente os objectivos da investigação, os métodos, os principais resultados e pontos de discussão e as conclusões. Evite o uso de abreviaturas. O resumo não deve conter referências, a não ser que sejam estritamente necessárias, neste caso deve incluir a citação completa.

3. Palavras-chave. Indique as palavras-chave em espanhol que sirvam como guia para a classificação do artigo e que facilitem a elaboração do índice de matérias. Sugiro usar um máximo de cinco (5) palavras, as quais devem apresentar-se em ordem alfabética. Evite o uso de palavras no plural e frases. Não repita palavras que já tenham sido usadas no título.

4. Abstract. Corresponde ao resumo do manuscrito traduzido em inglês. Deve ter uma estrutura e conteúdo igual ao especificado em espanhol.

5. Key Words. Palavras-chave em inglês. Devem ser as mesmas usadas em espanhol, mas no idioma inglês. Devem apresentar-se por ordem alfabética.

C. Corpo do artigo

1. Introdução. Deve indicar claramente os objectivos dos trabalhos e proporcionar a base necessária para dar contexto internacional ao estudo realizado. Deve incluir a revisão da literatura com as investigações mais recentes que forneceram as ideias fundamentais para o planeamento e desenvolvimento do trabalho. Nesta secção não se deve incluir dados nem conclusões do trabalho que está dar a conhecer.

2. Materiais e métodos. A apresentação deve ser clara, concreta e suficientemente detalhada para que o trabalho possa ser reproduzido. Deve descrever os procedimentos empregues na investigação, incluindo delineamento estatístico e análise de dados. Esta secção deverá ser estruturada indicando o tipo de estudo, local, condições geoclimáticas, coordenadas do local dos estudos, animais de estudo, métodos de laboratório, aspectos éticos, etc. No caso de ter sido usado um método já publicado, só deve indicar a referência; neste caso, só as modificações relevantes devem ser incluídas na descrição. Os números inferiores a dez (10) devem estar escritos e os maiores devem estar numerados.

3. Resultados. Corresponde à informação concisa dos resultados da pesquisa. Não inclua comentários nem referências de outros trabalhos. A informação apresentada deve seguir uma sequência lógica no texto, tabelas e ilustrações, de acordo os métodos apresentados. Não duplicar informação no texto, tabelas ou ilustrações.

4. Discussão e conclusões. É a interpretação dos resultados obtidos. Indique as contribuições significativas do seu estudo, as limitações, vantagens e as possíveis aplicações. Discuta os

resultados à luz das pesquisas internacionais e que traga uma maior contribuição para a pesquisa e as consequências ambientais. Destaque as consequências do estudo, assim como as recomendações para futuras pesquisas.

5. Agradecimentos. Esta secção é utilizada para dar reconhecimento aquelas pessoas ou instituições que tenham feito substanciais contribuições para o trabalho ou tenham prestado assistência técnica na investigação (financeira, logística, intelectual, entre outras). Os agradecimentos devem ir como uma secção separada depois da discussão e antes das referências. Este parágrafo é opcional.

Referências. Assegure-se de que todas as referências citadas no texto estejam na lista de referências e vice-versa. Tenha em conta que não se admitam artigos sem referências. Siga o formato estabelecido para citações na revista (Secção 4 -Literatura Citada).

D. Considerações para o formato

1. Figuras e Tabelas. As figuras e as tabelas devem estar incluídas junto com o texto do manuscrito, em folhas separadas no final do documento, uma figura ou tabela por folha. Apresente o título e legenda das figuras e o título das tabelas em lista numa secção aparte. Tanto tabelas como figuras devem ser numeradas e citadas no texto de forma consecutiva com algarismos árabes.

..... **i.Figuras:** Dentro do texto refere a figura da seguinte forma: (Fig.1) As figuras não devem ter linhas de divisão tanto nas abcissas como nas ordenadas e volume nem sombra (Barras ou pontos em três dimensões), a menos que haja mais de dois eixos. Os eixos e sinais devem ser claros e grandes. Cada figura deve ter a respectiva legenda. As abreviaturas e acrónimos devem ser explicados na legenda da figura. As figuras devem ser enviadas no formato .jpg ou

.gif, e devem ter a qualidade necessária para a sua publicação (mais de 300dpi).

..... **ii.Tabelas:** Dentro do texto refere a tabela da seguinte forma: (Tabela 1). Apresente os dados numa tabela real com linhas e colunas, em espaço duplo sem divisões verticais, nem divisões internas. Devem utilizar unidades dos Sistema Internacional (SI). As abreviaturas e acrónimos devem ser explicados como notas no rodapé em cada tabela. Não se admite, em nenhum caso, tabelas no formato oblongo.

2. Equações. Devem estar justificadas à esquerda e enumeradas consecutivamente. A numeração deve estar justificada à direita e entre parêntesis. Utilize o Editor de Equações do Word 2003. O significado de cada símbolo deve clarificar-se no texto do manuscrito.

3. Rodapé. Não use rodapés.

4. Nomenclatura e unidades. Use as regras e convenções internacionais: Sistema Internacional de Unidades (SI). Os nomes comuns das espécies devem ser escritos em minúsculas, seguidos do nome científico da espécie entre parêntesis. Os nomes científicos devem apresentar-se em itálico. Depois da primeira menção, devem ser simplificados para a primeira letra.

E. Literatura citada.

No corpo do texto do artigo as referências se citarão por apelido do autor e o ano da publicação separados por um espaço e entre parêntesis. No caso de citar dois autores use o símbolo "&". Quando a citação faz referência a mais autores use a palavra et al., em itálico. Quando cita mais que uma publicação, deve citar por ordem cronológica e depois alfabética. Por exemplo, (Pérez 1970, Alvarado & Gómez 1999, 2004, Oates 2001, Roberts 2004, Smith 2006, Albert et al. 2008).

As referências são incluídas no final do texto como mais uma secção do mesmo, por ordem alfabética, com recuo deslocado. As referências electrónicas devem estar acompanhadas por instituições científicas; não se aceitam como referências documentos que provenham de casas comerciais ou páginas Web privadas. As citações se documentarão de acordo os modelos seguintes:

Artigo publicado:

Halpern, S.D., P.A. Ubel & A.L. Caplan. 2003. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *New England Journal Engineering*, 347: 284-287

Artigo com suplemento:

Geraud, G., E.L. Spierings & C. Keywood. 2002. Tolerability and safety of frovatriptan with short- and long-term use for treatment of migraine and in comparison with sumatriptan. *Headache*, 42 (Suppl 2):S93-9

Livro:

Bradley, F. 1982. *Medical and surgical management*. 2nd Ed. W B Saunders, Philadelphia.

Livro editado:

Gilstrap, L.C., F.H. Cunningham & J.P. VanDorsten (Eds.). 2007. *Operative obstetrics*. 2nd Ed. McGraw-Hill, New York.

Capítulo do livro:

Meltzer, P.S., A. Kallioniemi & J.M. Trent. 2005. Chromosome alterations in human solid tumors. En: Vogelstein B, FG Kinzler (Eds.). *The genetic basis of human cancer*. McGraw-Hill, New York, pp. 91-110

Teses e Trabalhos de Pós-Graduação:

Gómez-Alcalde, M.S. 1989 *Mortalidad violenta en el Partido Judicial de Alcalá de Henares [tesis doctoral/dissertation]*. Alcalá de Henares: Facultad de Medicina de la Universidad de Alcalá de Henares.

Internet*:

Collum T. 1997. *Supplementation strategies for beef cattle*. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System. Disponible en línea: <http://agpublications.tamu.edu/pubs/eanim/b6067.pdf>. [Incluya la fecha en que este documento fue consultado].

*Apenas utilize fontes electrónicas que correspondem a publicações sérias, com apoio institucional, cujo conteúdo não possa ser modificado ou eliminado no futuro. Não utilize informação proveniente de páginas comerciais ou sites de opinião.

Nota: Confira se todas as referências citadas no texto aparecem na secção Literatura Citada e vice-versa.

IV. Esclarecimento

Os autores assumem a responsabilidade de devolver à revista as correções das artes finais (provas) do seu artigo, com a maior brevidade possível. O Comité Editorial toma liberdade de publicar ou não, suplementos para aprovar a publicação de resumos em eventos científicos nacionais e internacionais.

V. Envio dos manuscritos.

Os manuscritos que se encontrem preparados e de acordo com o formato da revista, devem ser enviados como anexo para o e-mail: riaa@unad.edu.co.

Índice Sumativo

Volumen 5 Número 1 enero-junio 2014

**Ferramentas participativas no desenvolvimento socioeconômico do território:
uma reflexão para projetos de construções rurais**

***Herramientas participativas en el desarrollo socioeconómico de la zona:
una reflexión para los proyectos de construcciones rurales***

Participatory tools for the socio-economic development of the territory:
a reflection for rural building projects

Oscar Emerson Zúñiga Mosquera & Gledson Luiz Pontes de Almeida

p. 19

**Carbono orgánico de la hojarasca en los bosques de la reserva de la Biósfera
Mariposa Monarca, caso santuario sierra Chincua, México**

***Organic carbon of the litter in the forests of the Monarch Butterfly Biosphere Reserve,
sierra Chincua, México sanctuary case***

O carbono orgânico na maca em florestas do evento Borboleta Reserva da Biosfera
da Monarch Sanctuary viu Chincua.

Rodolfo Serrato Cuevas, Salvador Adame Martínez, José López García & David Flores Román

p. 29

**El costo de oportunidad de la mano de obra familiar en la economía
de la producción lechera de Michoacán, México**

***The opportunity cost of family labor in the economy of the dairy production
in Michoacan, Mexico***

O custo de oportunidade do trabalho familiar na economia da produção de leite
em Michoacan, no México

Randy Alexis Jiménez Jiménez, Valentín Espinosa Ortiz & Diana Milena Soler Fonseca

p. 47

Remoción de azul brillante mediante columnas empacadas usando tuza de maíz

Removal of the brilliant blue through packed columns using corncobs

Remoção de azul brilhante, utilizando colunas tuza milho embalados

Angelina Hormaza Anaguano, Yurany Andrea Villada Villada & Laura Mariana Orrego Roldán

p. 57

**Dinámica de los hongos de Micorriza Arbuscular (MA) en un Humic Dystrudepts
sembrado con maíz Zea mays L. y Abonos Verdes (AV)**

***Dynamic of Arbuscular Mycorrhiza (AM) fungus in a Humic Dystrudepts sowed
with corn Zea mays L. and Green Compost (GC)***

A dinâmica de fungos micorrízicos arbusculares (MA) em um Cambissolo Húmicas
plantadas com Zea mays L. e adubo verde (AV).

Francisco Javier Vélez Zabala & Marina Sánchez de Prager

p. 69

Producción de dos cepas de Frankia sp. aisladas de Alnus acuminata H.B.K. por fermentación fed-batch

Production of two strains of Frankia sp. isolated from Alnus acuminata H. B. K. using fed-batch fermentation

Produção de duas estirpes de Frankia sp. isolado a partir de Alnus condiloma H.B.K. por fermentação em batelada alimentada

Ana María Rey Obando, Rolando Barahona Rosales & Diego Rosendo Chamorro Viveros

p. 81

Efecto de especies forrajeras sobre las bases intercambiables de un suelo sulfatado ácido del municipio de Paipa (Colombia)

The effect of the fodder species over the interchangeable bases of sulfated acid soil in municipality of Paipa (Colombia)

Efeito de espécies forrageiras em bases trocáveis de um solo ácido sulfatada Township Paipa (Colômbia)

Andrea Angélica Bernal Figueroa & Fabio Emilio Forero Ulloa

p. 93

Origen de masas de aire en cuatro ciudades de Colombia mediante el modelo HYSPLIT

Origin of air masses in four Colombian cities using HYSPLIT model

Origem das massas de ar em quatro cidades na Colômbia por modelo HYSPLIT

Omar Javier Ramírez Hernández

p. 103

Alternativas de procesamiento de uchuva (Physalis peruviana L) para el aprovechamiento de frutos no aptos para la comercialización en fresco

Gooseberry (Physalis peruviana L) processing Alternatives for the profit of the fruits unsuitable for the marketing fresh

Processamento alternativo de groselha capa (Physalis peruviana L) para o uso de frutas impróprias para comercialização em fresco

Adriana María Castro Sánchez, Gloria Acened Puentes Montañez & Yolanda Botía Rodríguez

p. 121

Fitometabolitos secundarios que inciden en el valor nutricional de Lotus corniculatus como forraje para rumiantes

Secondary Fitometabolitos that affect the nutritional value of Lotus corniculatus as forage for ruminant animals

Lado Fitometabolitos afetar o valor nutricional de Lotus corniculatus como forragem para ruminantes

Luz Elena Santacoloma Varón & Jairo Enrique Granados Moreno.

p. 131

La silvicultura como elemento crítico para la sostenibilidad y el manejo del bosque

The Silviculture as a critical element for sustainability and management of the forest

Florestal como um elemento crítico para a sustentabilidade e gestão florestal

Carmen Rosa Montes Pulido

p. 147

Evaluación del efecto de tratamientos de desinfección con hipoclorito de sodio sobre segmentos nodales de *Guadua angustifolia* Kunth para el establecimiento del cultivo in vitro

Evaluation of the effect of disinfection treatments with sodium hypochlorite over nodal segments present in *Guadua angustifolia* kunth for the establishment of the in Vitro culture

Avaliação do efeito de tratamentos de desinfecção com hipoclorito de sódio em segmentos nodais de *Guadua angustifolia* Kunth para o estabelecimento de cultivo in vitro

Lorena Alexandra Ramírez Correa, Jairo Enrique Granados Moreno & Nidia Elizabeth Carreño González

p. 155

Caracterización de materia orgánica aportada por hojarasca fina en los bosques de ribera del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia)

Characterization of the organic matter provided by leaf litter in the forest in the Gaira riverbank (Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia)

Caracterização da matéria orgânica fornecida por liteira fina em matas ciliares do rio Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta - Colômbia)

Angie Collantes Quintero, Jeiner Castellanos-Barliza, Juan Diego León Peláez & Cesar E. Tamaris-Turizo

p. 171

Evaluación de la susceptibilidad a la desertificación en el municipio de Cartagena, Colombia

Evaluation of the susceptibility to desertification in the municipality of Cartagena, Colombia

Avaliação da susceptibilidade à desertificação na cidade de Cartagena, na Colômbia

Tatiana Sierra-Labastidas, Héctor Lopez-Salgado & Cesar Tamaris-Turizo

p. 185

Caracterización del mercado de la carne de cerdo en nueve municipios del departamento de Boyacá, Colombia

Characterization of the pork market in nine municipalities in the department of Boyacá, Colombia

Caracterização do mercado de carne de porco em nove municípios em Boyacá, Colombia

Diana Constanza Beltrán Hernández, Fabio Becerra Patarroyo & Blanca Yolanda López Arismendy

p. 197

Almacenamiento de carbono en arreglos agroforestales asociados con café (*Coffea arabica*) en el sur de Colombia

Carbon Storage in agroforestry arrangements associated with coffee (*Coffea arabica*) in the south of Colombia

Armazenamento de carbono em arranjos agroflorestais associados com café (*Coffea arabica*) no sul da Colômbia

Gustavo Vega Orozco, Claudia Mercedes Ordoñez Espinosa, Juan Carlos Suárez Salazar & César Fabián López Pantoja

p. 213

Influencia de la aplicación de vinaza en la estructura de comunidades bacterianas en un Entic dystropept y un Fluventic haplustoll del Valle del Cauca, Colombia

Influence of the application of vinasse in the structure of bacterial communities on an Entic dystropept and a Fluventic haplustoll of the Valle del Cauca, Colombia

Influência da aplicação de vinhaça sobre a estrutura das comunidades bacterianas em um Entic Fluventic haplustoll do Valle del Cauca, Colombia

Sandra Patricia Montenegro Gómez, Juan Carlos Menjivar Flores & Donald Riascos

p. 223

Efectos del cambio climático sobre la producción de papa en el municipio de Villapinzón (Cundinamarca-Colombia) a partir del Enfoque Ricardiano

Effects of the climate change over the potato production in the municipality of Villapinzón (Cundinamarca-Colombia) based into the Ricardian approach

Efeitos das mudanças climáticas sobre a produção de batata na cidade de Villapinzón (Cundinamarca-Colômbia) a partir de abordagem ricardiana

Krystle Danitza González Velandia & Katia Cecilia Galera Gelvez

p. 231

Análisis de grupo y evaluación financiera de unidades productivas de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) en el Distrito de Riego del Alto Chicamocha (Boyacá-Colombia)

*Analysis of group and financial evaluation of productive units of bulb onion (*Allium cepa* L.) in the District of irrigation of Alto Chicamocha (Boyaca-Colombia)*

Análise de grupo e avaliação financeira da produção de unidades bulbo da cebola (*Allium cepa* L.) no Distrito de Irrigação Alta Chicamocha (Boyacá-Colômbia)

Nancy Cristina Sanabria Neira, Gloria Acened Puentes Montañez & José Alejandro Cleves Leguizamo

p. 243

Educomunicación y medio ambiente: en la búsqueda y construcción de fisuras

Educommunication and environment: in the search and construction of fissures

Edu e ambiente: em busca de rachaduras e construção

Miguel Ezequiel Badillo Mendoza & Omar Gerardo Martínez Roa

p. 255

Volumen 5 Número 2 julio-diciembre 2014

¿Mientras más piedras, mejor? Materiales gruesos, relieve y nutrientes en suelos de la vertiente norte de la Cordillera Central Dominicana

¿The stonier, the better? Coarse materials, relief and nutrients in soils of the northern slope of the central mountain range of the Dominican Republic.

Enquanto mais pedras melhor? Materiais grossos, relevo e nutrientes nos solos das ladeiras septentrionais da Cordillera Central da República Dominicana.

Thomas May

p. 19

Evaluación de nuevos cultivares de soja en el municipio de Puerto Padre, Cuba

Evaluation of new soybean cultivars in the municipality of Puerto Padre, Cuba

Avaliação de novas culturas de soja no município de Puerto Padre, Cuba

Juan Miguel Ávila Concepción, Hermes Ramón Infante Miguel & Hyagna Cabello Peña

p. 31

Crítica ecológica al concepto de Desarrollo y nuevas alternativas desde América Latina

Ecological critic to Development concept and new alternatives from Latin America

Crítica ecológica do conceito de desenvolvimento e nova alternativas da América Latina

Ana Luíza Matos de Oliveira

p. 41

Tecnologías usadas no Brasil para a recuperação de sementes crioulas

Technologies used in Brazil for the recovery of native seeds

Las tecnologías utilizadas en Brasil para la recuperación de semillas nativas

Oscar Emerson Zúñiga Mosquera

p. 55

Análisis de riesgos en la salud de la población rural de la pampa argentina por uso de agroquímicos en cultivo de soja

Analysis of health risks of rural population Argentinean pampas due to the use of agrochemicals in soybean cultivation

Análise de risco sobre a saúde da população rural da pampa na Argentina pelo uso de agroquímicos na cultura da soja

Ada Graciela Nogar & Brenda Ayelén Larsen

p. 71

Biomimesis: nuevos horizontes de sostenibilidad y tendencias globales de la praxis tecno-científica en el mundo contemporáneo

Biomimicry: new sustainability horizons and global tendencies of techno-scientific praxis in the contemporary world

Biomimética: novos horizontes de sustentabilidade e as tendências globais da prática tecnocientífica no mundo contemporâneo

Carlos Hugo Sierra Hernando & Nelly Kuiru

p. 85

Perspectiva interdisciplinaria del ordenamiento alimentario y derecho del consumidor en Argentina

Interdisciplinary perspective of food legislation and consumer's rights in Argentina

Perspectiva interdisciplinar do ordenamento alimentar e direito do Consumidor em Argentina

Juliana Zapata Galvis & Jairo Vladimir Llano Franco

p. 99

Propuesta de campaña de bien público para fomentar la agricultura urbana en la ciudad de Puerto Padre, Cuba.

Campaign of public good proposal in order to promote the urban agriculture in the city of Puerto Padre, Cuba

Proposta de campanha do bem publico para promover agricultura urbana pública na cidade de Puerto Padre, Cuba.

Ramona Altabas Jorge, Yusneidys Paz Ramírez & Iván Segundo Pérez Parra

p. 115

Evaluación en pérdidas de durazno (*Prunus persica*) variedad rubidoux en la Granja Experimental Tinguavita Paipa-Boyacá-Colombia

*Evaluation of peach losses (*Prunus persica*), rubidoux variety, in the experimental farm Tinguavita Paipa-Boyaca-Colombia*

Avaliação em Perdas de pêssego (*Prunus persica*) variedade rubidoux na Fazenda Experimental Tinguavita Paipa-Boyacá Colômbia

Angela Johana Lemus Cerón, Lisney Alessandra Bastidas Parrado & Gloria Acened Puentes Montañez

p. 127

Biofertilización nitrogenada como aporte a la sustentabilidad de la agricultura colombiana

Nitrogenous biofertilization as a contribution to sustainability of the Colombian agriculture

Biofertilização nitrogenada como aporte de sustentabilidade na agricultura colombiana

Sandra Patricia Montenegro Gómez & Silvia Eugenia Barrera Berdugo

p. 135

Características fisicoquímicas, sensoriales y reológicas de un yogur adicionado con concentrado de carambolo (Averroha carambola)

Physicochemical, sensorial and rheological characteristics of a yogurt carambolo concentrated added (Averroha carambola)

Características físico-químicas, sensoriais e rheológicas de um iogurte com adição de concentrado de Carambolo (Averroha carambola)

Ricardo Adolfo Parra Huertas, Aura Riveros Niño & Jennifer Ayala García

p. 145

Valoración de plantas curativas comercializadas en los mercados locales de los municipios de El Cerrito y Palmira, Valle del Cauca, Colombia

Valuation of healing plants commercialized in local markets of El Cerrito and Palmira municipalities, Valle del Cauca, Colombia

Avaliação de plantas medicinais vendidos em mercados locais nos municípios de EL Cerrito e Palmira, Valle del Cauca, Colômbia

Richard Danilo Peña Cuellar, Andrés Felipe Vergara Gómez, Miguel Macgayver Bonilla Morales & Creucí María Caetano

p. 155

Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china” (Colocasia esculenta L.) en el trópico húmedo colombiano

Agronomic and harvest efficiency valuations of “papa china” (Colocasia esculenta L.) in humid Colombian tropic

Valorações agronômicas e do desempenho na colheita da "batata chinês" (Colocasia esculenta L.) no trópico úmido Colombiano

Milton Cesar Ararat Orozco, Carmen Lucia Sinisterra Garcés & Carolina Hernández Rivera

p. 169

Evaluación de condiciones actuales del corredor ripario del río Chisacá (Bogotá, Colombia) con el fin de identificar estrategias para su restauración

Evaluation of actual conditions of the riparian corridor of Chisacá River (Bogotá, Colombia) in order to identify strategies for its restoration

Avaliação das condições atuais do corredor ripário do rio Chisacá a (Bogotá - Colômbia), a fim de identificar estratégias para a restauração

Raúl Gonzalo García Vargas

p. 181

Cambios en el rol de la mujer en los diversos contextos de los sistemas productivos campesinos en el departamento de Boyacá, Colombia

Woman's role Changes in different contexts of productive peasant systems in Boyacá department, Colombia

As mudanças no papel das mulheres nos diversos contextos de sistemas de produção caipira em Boyacá, Colombia

Diana Milena Soler Fonseca, Jorge Armando Fonseca Carreño & Randy Alexis Jiménez Jiménez

p. 205

Evaluación sensorial de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la región del sur del Departamento de Bolívar, Colombia

Sensorial evaluation of cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivated in the southern region of Bolivar department, Colombia

Avaliação sensorial do cacau (*Theobroma cacao* L.) cultivado na região sul do Departamento de Bolivar (Colômbia)

Johana Andrea Guzmán Duque & Sonia Liliana Gómez Prada

p. 221

Uso de rasgos funcionales de plantas como estimadores de carbono almacenado en biomasa aérea

Use of functional characteristics of plants as estimator of carbon stored in the aerial biomass

O uso de características funcionais das plantas como estimativas de carbono armazenado na biomassa aérea

Carmen Rosa Montes-Pulido

p. 137

Fitorremediación en la recuperación de suelos: una visión general

Phyto-remediation in soils restoration: a general vision

Fitorremediação na remediação do solo: uma visão geral

Andrea Angélica Bernal Figueroa

p. 245

Los nematodos fitopatógenos como inductores de estrés biótico en plantas

Phytopathogenic nematodes as inductors of biotic stress in plants

Nematoides fitopatógenos como inductores do estresse biótico em plantas

Donald Heberth Riascos Ortíz

p. 259

Especies reactivas de oxígeno y la enzima Superóxido Dismutasa como defensa de las plantas al estrés hídrico

Reactive Oxygen Species and the Enzyme Superoxide Dismutase as a plants defense to water stress

Espécies reativas de oxigênio e a enzima superóxido dismutase como defesa das plantas ao estresse hídrico

Sandra Yamile Pulido Pulido

p. 269
