

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



## Contenido

|   |     |
|---|-----|
| POTENCIALIDADES DEL RECICLAJE EN CASANARE .....   | 2   |
| EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL UNIVERSITARIA A PARTIR DE UN INSTRUMENTO DE VALORACIÓN APLICADO A LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE ..... | 13  |
| BIODIVERSIDAD DE CASANARE .....   | 24  |
| CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y FISICOQUÍMICA <i>IN SILICO</i> DEL DOMINIO HEPN DE LA PROTEÍNA DE RECLUTAMIENTO VBP .....   | 31  |
| DISEÑO DE UN ARBORETUM EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL CEREZOS GRANDES DEL MUNICIPIO DE CHIPAQUE – CUNDINAMARCA.....  | 39  |
| ESTANDARIZACIÓN DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DEL NIVEL TECNOLÓGICO DE UNA FINCA GANADERA EN EL DEPARTAMENTO DE CASANARE .....  | 94  |
| IMPORTANCIA Y SUSTENTABILIDAD DEL TRABAJO COMUNITARIO DE LOS ACUEDUCTOS VEREDALES DE DUITAMA.....   | 110 |
| ACOPLAMIENTO MOLECULAR: ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN DE METABOLITOS DE PLANTAS COMO INHIBIDORES DE LA CICLOOXIGENASA.....  | 116 |
| EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PRODUCTO DEL BENEFICIO DE CAFÉ EN EL MUNICIPIO DE PITALITO, HUILA .....   | 123 |
| DIAGNÓSTICO DE CARACOLES VECTORES DE ENFERMEDADES PARASÍTICAS EN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CORREGIMIENTO EL VÍNCULO, MUNICIPIO DE BUGA- VALLE DEL CAUCA .....         | 141 |
| AUTORREGULACIÓN EN EL APRENDIZAJE: ESTRATEGIAS PSICOPEDAGÓGICAS APLICADAS AL PROGRAMA DE ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA* .....                                       | 153 |
| COMPOSTAJE DE CONCHAS DE CARACOLES EN MEZCLAS CON RESIDUOS VEGETALES Y DE AGROINDUSTRIA, EN EL MUNICIPIO DE EL CERRITO (VALLE DEL CAUCA).....                                     | 159 |
| BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS Y CALIDAD DE LECHE.....  | 175 |

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

### POTENCIALIDADES DEL RECICLAJE EN CASANARE

### POTENTIALITIES OF RECYCLING IN CASANARE



*Diana Murillo Martínez*  
Docente Ocasional  
UNAD- CEAD- Yopal  
Grupo CAZAO- Semillero PROARES  
diana.murillo@unad.edu.co

---

#### RESUMEN

El consumo inconsciente e irresponsable de los seres humanos, ha provocado un aumento desmesurado en la generación de residuos sólidos tanto de origen orgánico como inorgánico, esto supone una preocupación teniendo en cuenta que cada vez se convierte en un proceso más difícil la forma de disponer estos residuos sin que causen alteraciones significativas al medio ambiente. Este proyecto está enfocado en la caracterización de los sitios de aprovechamiento o disposición final de residuos sólidos en áreas específicas del departamento de Casanare, que corresponden a los municipios de Paz de Ariporo. Actualmente el departamento de Casanare no cuenta con una base de datos sólida que recopile información en materia de reciclaje teniendo en cuenta que existen un sin número de recuperadores y centros de acopio informales que trabajan de forma individual para reincorporar al ciclo productivo materiales que antes eran dispuestos en el relleno sanitario CASCAJAR, lugar que ha tenido serios inconvenientes con los asentamientos cercanos, por temas de salud, presencia de malos olores y vectores, por tanto no existen reportes actualizados del comportamiento y la participación que tiene este gremio en el componente de aseo. Es a partir de esta problemática que surge la iniciativa de recopilar información acerca de los centros de acopio o plantas encargadas de ejecutar el componente de aprovechamiento como parte de la cadena de aseo, buscando propiciar alternativas que logren articular a todos los actores involucrados, desde las alcaldías, empresas de servicios públicos, empresas de disposición final públicas y privadas, comunidad entre otros, para mejorar aspectos sociales, económicos y ambientales.

**Palabras clave:** residuo, aprovechamiento, disposición, reciclaje, recuperadores, ambiental

#### ABSTRACT

The unconscious and irresponsible consumption of human beings, has caused an excessive increase in the generation of solid waste of both organic and inorganic origin, this is a concern taking into account that it is becoming increasingly difficult to arrange these waste without causing significant alterations to the environment. This project is focused on the characterization of the sites of use or final disposal of solid waste in specific areas of the Department of Casanare, which correspond to the municipalities of Paz de Ariporo.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Currently the Department of Casanare does not have a solid database that collects information on recycling taking into account that there are countless recuperators and informal collection centers that work individually to reincorporate into the productive cycle materials that were previously arranged in the CASCAJAR sanitary landfill, a place that has had serious problems with nearby settlements, due to health issues, the presence of bad odors and vectors, so there are no updated reports on the behavior and participation of this union in the hygiene component. It is from this problematic that the initiative arises to collect information about the collection centers or plants in charge of executing the utilization component as part of the cleaning chain, seeking to promote alternatives that manage to articulate all the involved actors, from the mayoralties, public service companies, public and private final disposal companies, community among others, to improve social, economic and environmental aspects.

**Keywords:** waste, utilization, disposal, recycling, recovery, environmental

### INTRODUCCIÓN

Este proyecto está enfocado en la realización de una caracterización de centros de acopio y sitios de disposición final en áreas específicas del departamento de Casanare, correspondientes a los municipios de Paz de Ariporo, Aguazul y Tauramena, con el fin de estimar la cantidad de residuos que actualmente son reincorporados al ciclo productivo en relación con la generación actual de residuos de los municipios en mención, y a partir de esto evaluar y proponer alternativas que no solo mejoren las condiciones de estos lugares de disposición sino que también garanticen la participación de los recuperadores informales dentro de los componentes de aseo.

Es importante mencionar que esta caracterización puede optimizar la operatividad de las empresas prestadoras del servicio de aseo, así mismo puede cuantificar la cantidad de material que actualmente se está perdiendo por disposición y el material que actualmente se está aprovechando por comercialización y transformación.

Como parte del proceso de articulación, el nivel de educación ambiental en la ciudadanía juega un papel importante en las acciones que generan deterioro ambiental, de alguna forma integral a la comunidad a desempeñar roles dentro del proceso, garantiza

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

dinamismo, participación, motivación y éxito en cualquier actividad o emprendimiento que se desarrolle.

A partir del estudio de caracterización se logra la identificación de los sitios de disposición y aprovechamiento de residuos sólidos en los tres municipios en mención, así mismo facilita información sobre la comercialización de residuos como el papel, cartón, PET, PEAD, PP, y aluminio y establece una relación de las oportunidades que no se están aprovechando al disponer en los rellenos o botaderos a cielo abierto. Para obtener estos resultados se hace necesario conocer todos los establecimientos o sitios de disposición y acopio que se encargan del aprovechamiento de los residuos sólidos, asimismo reportes de una caracterización de residuos sólidos en los rellenos sanitarios existentes, para conocer datos de generación, producción per- cápita, y composición física de los residuos sólidos.

La caracterización consiste en registrar y documentar los sitios de disposición final y aprovechamiento, generando una base de datos, una vez identificados indagar sobre capacidad, comercialización, operación, residuos aprovechados, transporte entre otros aspectos.

La metodología incluye dos fases de desarrollo, de forma general la fase uno encierra la recopilación de información, diseño y montaje de herramientas para actividades de campo, como visitas y la segunda fase es la elaboración de base de datos y documento que presente alternativas que faciliten la articulación y la inmersión del reciclaje en los planes de desarrollo la política pública entre otras proyecciones del departamento.

#### OBJETIVOS

- Analizar el valor económico que actualmente se dispone en el relleno sanitario a partir de los residuos con alto potencial de aprovechamiento



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

- Crear una base de datos que recopile información acerca de los sitios de disposición final y de aprovechamiento existentes en el 2017 para los municipios de Paz de Ariporo, en el departamento de Casanare.
- Identificar los actores involucrados en el proceso del reciclaje
- Cuantificar las pérdidas económicas en relación con lo que llega a los rellenos o botaderos a cielo abierto y lo que se aprovecha a partir de las iniciativas públicas y privadas.



### METODOLOGÍA

**Tipo de estudio:** Descriptivo, se está trabajando actualmente con los municipios de Paz de Ariporo en el departamento de Casanare, en materia de residuos sólidos, identificando los centros de acopio, centro de aprovechamiento de residuos sólidos y los recuperadores informales que actualmente reincorporan material al ciclo productivo y dinamizan la economía de la región.

#### Métodos:

La metodología se va a desarrollar en dos fases, la primera de estas (FASE I), va a contener toda la recopilación de la información donde se incluye; fuentes de compilación de datos de interés acerca de los sitios de disposición de los municipios de Paz de Ariporo, Tauramena y Aguazul, , coordinaciones previas con la dirección de ambiente de las Empresas de Servicios Públicos municipales, con el fin de identificar y generar una base de datos como instrumento para articular la informalidad de empresas encargadas del aprovechamiento de residuos sólidos.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

La (FASE II), consiste básicamente en generar y evaluar alternativas que permitan fortalecer la dinámica de los residuos con alto potencial de aprovechamiento.

**Coordinaciones previas:** coordinar a través del envío de cartas la solicitud para acceder a información relacionada con: toneladas de residuos mes, composición física de los residuos recepcionados, valor comercial del material aprovechado, contactos de comercialización, costos de operación, entre otros aspectos de interés para el estudio.

Visita a rellenos sanitarios para indagar sobre: Generación, composición física, producción per/cápita, operatividad, infraestructura, vida útil, capacidad, fuentes de energía, entre otros.



#### DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA

El Municipio de Yopal está ubicado en la parte nororiental de Colombia en el piedemonte de la cordillera oriental y al Noreste del departamento de Casanare, su casco urbano se localiza en las coordenadas N 5° 21' y W 72° 24'; la temperatura promedio es de 28°C, su rango de altitudes varía desde 2000 msnm en inmediaciones de la cordillera Oriental, hasta los 150 msnm en la llanura aluvial. La extensión total del municipio es de 2595 km<sup>2</sup>, contando para su área urbana con una extensión de 1047 hectáreas.

Este municipio se encuentra dividido en el área urbana política administrativamente en cinco comunas y 76 barrios. A continuación, se relacionan las áreas de estudio.

El relleno sanitario Macondo se ubica en el km 17,5 vía a Paz de Ariporo, es operado y administrado por la EAAAY ESP EICE y vigilado por la SSPD. Opera mediante técnica de relleno sanitario, es de tipo trinchera y cumple de forma general con las

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

especificaciones técnicas de tipo ambiental establecidas en el título F del Reglamento de Agua potable y Saneamiento básico RAS 2000,

Actualmente el relleno recibe 3.300 toneladas al mes de residuos ordinarios y domiciliarios, así mismo recepciona a más de diez municipios del departamento.

#### **Municipio de Paz de ARIPORO**

Paz de Ariporo está situada al noreste del Departamento de Casanare, con una extensión aproximada de 13.800 km<sup>2</sup>, convirtiéndose en uno de los municipios más extensos del país y representa el 27.14% de la superficie Departamental. La altura aproximada es de 270 msnm, y está a una distancia de 90 km de Yopal y 426 km de Bogotá. Limita al norte con el Municipio de Hato Corozal, al este con los Departamentos de Arauca y Vichada, al sur con el Municipio de Trinidad y al oeste con los Municipios de Pore y Támara.

**Extensión total:** 13800 km<sup>2</sup>

**Extensión área urbana:** 6.5 km<sup>2</sup>

**Extensión área rural:** 13793.5 km<sup>2</sup>

**Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar):** 340 msnm

**Temperatura media:** 28° C

**Distancia de referencia:** a 96 km de Yopal

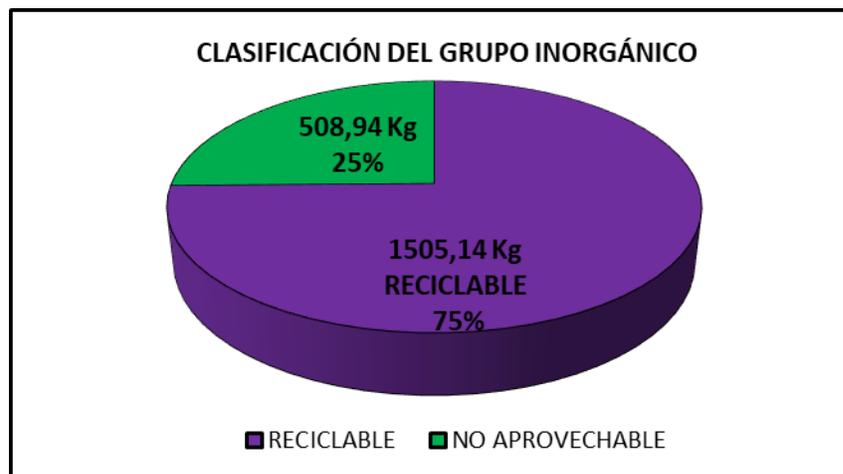


# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Gráfico 1.** Clasificación



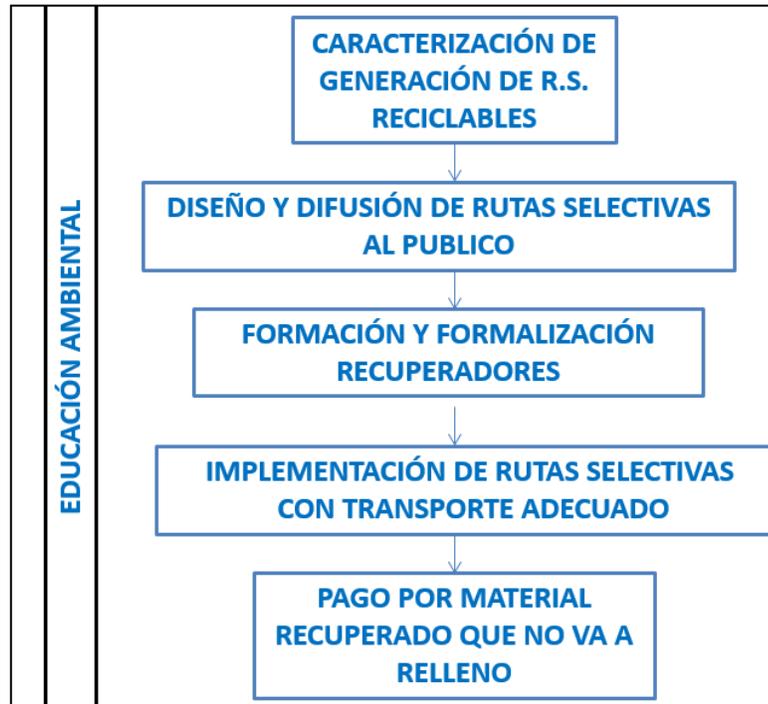
**Gráfico 2.** Clasificación del grupo inorgánico

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Tabla 1.** Educación Ambiental



## Paz de Ariporo

De acuerdo a un diagnóstico realizado, se pudo determinar que en ninguno de los centros zonales y sede regional se está llevando adecuadamente la separación de los residuos, se encuentran mezclados los residuo orgánicos con inorgánicos, además no se está manejando la gama de colores propuestos, en algunos casos las canecas de color gris manejan bolsas de color azul, y viceversa, esta impropiciente práctica genera confusión al usuario al momento de depositar los residuos.

El municipio de Paz de Ariporo no tiene un área para el almacenamiento temporal, generalmente utiliza lotes baldíos o patios de vivienda para ubicar el shut, quedando este a la interperie en condiciones poco apropiadas.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

El municipio genera 268 ton/ mes de las 3.300 toneladas que llegan al relleno sanitario CASCAJAR.

Según el reporte de información de 17 administraciones municipales, se destinaron a este campo la suma de \$16.752,0 millones, que corresponden al 15,3% del total de la inversión destinada para programas de gestión ambiental en el departamento. A continuación, se relacionan las inversiones realizadas por los municipios en el programa de Residuos Sólidos, así como el gasto efectuado por la Gobernación en apoyo a los programas relacionados en Residuos Sólidos, para el caso del Municipio de Paz de Ariporo, se destinaron 898.000 millones de pesos como inversiones en programas de residuos sólidos. (CONTRALORIA DEPARTAMENTAL, 2008).

Empresas que reciclan en el municipio de Paz de Ariporo:

- Empresas con certificaciones ISO 14.001: Fedearroz, Empresas contratistas sector hidrocarburos
- Algunos colegios:
  - Nuestra Señora de Manare
  - Juan José Rondón
  - Sagrado Corazón
  - Vda. Barranca
  - Algunas instituciones: INPEC, Bienestar Familiar
- En promedio 7 – 10 personas se dedican al oficio

Empresas que actualmente no reciclan en el municipio de Paz de Ariporo, encontramos la empresa de servicios públicos, los hogares, la alcaldía.



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

### Perspectivas del trabajo

Proporcionar información para las empresas prestadoras del servicio de aseo, alcaldías, centros de acopio, recicladores formales e informales y comunidad en general, que concientice acerca del valor económico que representan toneladas de residuos que se entierran actualmente de forma inadecuada en los sitios de disposición final, afectando el ambiente y limitando la generación de nuevas estrategias productivas que dinamicen la economía de la región.



### DISCUSIÓN

Si se están implementando rutas selectivas de recolección de residuos sólidos en tres barrios populares del municipio, y esta es una de las medidas que en otras ciudades y países como Perú funciona como estrategia de aprovechamiento debido a que evita que se mezclen los residuos y por tanto se contaminen lo que sugiere un mayor aprovechamiento, porque en el municipio de Paz de Ariporo no funciona. ¿Que faltan integrar a esta propuesta, equipos, infraestructura, educación ambiental, incentivos económicos?

### CONCLUSIONES

- Pérdida del potencial de aprovechamiento de los residuos, ya que se mezclan en el origen.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

- Falta de apoyo y fortalecimiento del mercado de los productos reciclables, el cual se encuentra limitado algunos sectores.
- Se evidencia una operación inadecuada en el relleno sanitario CASCAJAR, teniendo en cuenta indicadores ambientales como presencia de olores, vectores, mal manejo de lixiviados, no hay cubrimiento diario, es importante determinar si las causas se pueden atribuir exclusivamente a la falta de recursos o si contrario a eso son efectos de diseño y de planes de operación internos.



#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Collazos, H. & Duque, R. (1998). Residuos Sólidos. Quinta ed. Bogotá: Acodal. 170p. ISBN 958-96454-1-0.

Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Yopal. (2005), Municipio de Yopal: formulación del Plan municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Yopal. 140p.

Tchobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, S. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid: McGraw-Hill, 1120p. ISBN 9788448118303.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



## EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL UNIVERSITARIA A PARTIR DE UN INSTRUMENTO DE VALORACIÓN APLICADO A LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DEL DEPARTAMENTO DE CASANARE

### EVALUATION OF UNIVERSITY ENVIRONMENTAL EDUCATION FROM A VALUATION INSTRUMENT APPLIED TO THE INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION OF THE DEPARTMENT OF CASANARE

*Zulma Lorena Durán Hernández*  
Docente Ocasional  
Institución  
UNAD – CEAD YOPAL  
Grupo de Investigación CAZAO  
zulma.duran@unad.edu.co

---

#### RESUMEN

La educación ambiental concebida como el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural para generar en él y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2002), es una herramienta fundamental en la educación formal, no formal e informal para el logro de políticas ambientales públicas y los objetivos de desarrollo del milenio. En este sentido las instituciones de educación superior juegan un rol clave como formadoras, integradoras y difusoras de los valores y principios de la educación ambiental, el instrumento diseñado en este proyecto busco identificar las dimensiones universitarias en las que la educación ambiental debe estar integrada como muestra de una completa transversalización en las instituciones. El instrumento esta compuesto por 26 indicadores los cuales valoran 6 dimensiones, aplicado el instrumento en dos instituciones de educación superior se pudo encontrar una baja inclusión de dimensión ambiental en aspectos de Política institucional, formación y extensión o proyección social.

**Palabras clave:** educación ambiental, universidades, instrumento de evaluación, proyectos ambientales universitarios, Casanare

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### ABSTRACT

Environmental education is conceived as the process that allows the individual to understand the relationships of interdependence with their environment, from reflective and critical knowledge of their biological, social, political, economic and cultural reality to generate in him and his community appreciation and respect for the environment (MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, 2002). Environmental education is a fundamental tool in formal, non-formal and informal education for the achievement of environmental policies and the millennium development goals. In this sense, higher education institutions play a key role as the trainers, integrators and disseminators of the values and principles of environmental education. The instrument designed in this Project has the aim to identify the university dimensions in which the environmental education has to be integrated. The instrument is composed of 26 indicators of 6 dimensions. The application of the instrument in two institutions of higher education, could find a low inclusion of the environmental dimension in aspects of institutional policy, teacher's training and social outreach.

**Keywords:** environmental education, universities, assessment instrument, university environmental projects.

### INTRODUCCIÓN

La estrategia de PRAU (Proyecto ambiental universitario) fue formulada desde el gobierno en la Política Nacional de Educación Ambiental PNEA en el año 2002, allí se consignó que éstos deberían incluir la pedagogía, la didáctica y la investigación en Educación Ambiental, como componentes importantes de los diferentes programas de formación en las universidades; igualmente deberían propiciar espacios que permitieran la interacción entre sus profesionales docentes, a través del desarrollo de tareas propias de su quehacer y de la participación en proyectos ambientales comunes tanto en sus propuestas de formación académica, como en las de extensión y proyección social articulando los PRAU con la política pública.

Sin embargo, la Red de Formación Ambiental en el 2014 identificó la falta de institucionalización de los temas de sostenibilidad y ambiente en las universidades (Saenz, Plata, Mora, Holguín, & Guerrero, 2014), pese a los lineamientos de la PNEA. Por otro lado, tampoco existen metodologías unificadas o indicadores que permitan medir el nivel

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

de implementación de la educación ambiental en las universidades, no solo desde los lineamientos de la PNEA sino desde las diferentes concepciones de la educación ambiental.

Esta falencia representa una limitación en las estrategias de formación, investigación y proyección social que promuevan las universidades para institucionalizar la educación ambiental y así dar cumplimiento con la PNEA. Con la formulación de un instrumento de valoración en el que se conceptualice las diferentes dimensiones en que la educación ambiental puede ser implementada y expresada a nivel universitario, podrá superarse esta falencia y avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible a nivel regional, en el que las universidades tienen un rol fundamental.



### OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la educación ambiental universitaria a partir de un instrumento de valoración aplicado en instituciones de educación superior presentes en el departamento de Casanare.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las dimensiones y variables de la educación ambiental universitaria.
- Diseñar un instrumento de valoración de la educación ambiental universitaria.
- Analizar los resultados de la aplicación del instrumento en universidades casanareñas.
- Desarrollar una estrategia para la construcción y divulgación de la Educación ambiental universitaria en Casanare.

### METODOLOGÍA

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### TIPO DE INVESTIGACIÓN

Estudio Descriptivo con componente cualitativo y cuantitativo

### ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Estudios de caso (universidades más grandes con presencia en Casanare, al menos una privada y una pública).

### RESULTADOS

1. Caracterizar las dimensiones y variables de la educación ambiental universitaria. Inicialmente se hizo revisión de literatura en la que se encontró diferentes categorías de evaluación de la educación ambiental en educación superior, la siguiente tabla muestra los resultados:

**Tabla 1.** Dimensiones evaluadas en estudios previos

| Dimensiones              |                                 |                   |                              |               |                                     |                      |                         |                              |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------|---------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| Autor\Dimensión          | D1                              | D2                | D3                           | D4            | D5                                  | D6                   | D7                      | Lugar estudio                |
| Cárdenas, J. (2014).     | Gobierno y participación        | Gestión Ambiental | Formación                    | Investigación | Extensión                           |                      |                         | Perú                         |
| Silvia Ríos. (2011).     |                                 | Ámbito de Gestión | Ámbito curricular pedagógico |               | Ámbito de relaciones con el entorno |                      |                         | Argentina                    |
| Sepúlveda, L. H. (2012). | Misión - Política universitaria | Gestión ambiental | Formación                    | Investigación | Extensión – Proyección (impacto)    | Formación docente    | Bienestar               | Universidad Caldas, Colombia |
| (Lora, 2014)             | Capacidad de evaluación         | Gestión ambiental | Formación                    | PRAUS         | Universitaria                       | Capacitación docente | Bienestar Universitario | Universidad de Cartagena     |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



| Dimensiones     |                    |                   |           |               |    |    |    |   |
|-----------------|--------------------|-------------------|-----------|---------------|----|----|----|---|
| Autor\Dimensión | D1                 | D2                | D3        | D4            | D5 | D6 | D7 | Lugar estudio                               |
|                 | Ambiental          |                   |           |               |    |    |    |   |
| (Gomez, 2011)   | Política Ambiental | Gestión Ambiental | Formación | Investigación |    |    |    | Universidad Nacional de Colombia (Medellín) |

Los aspectos o dimensiones comunes de caracterización de la educación ambiental según estos autores son la gestión ambiental institucional, la extensión o proyección social, la inclusión en el currículo y la investigación.

Existen otras dimensiones que también valen la pena mencionar y son la formación docente, el bienestar institucional y la participación política institucional.

De estas dimensiones se resalta como indicadores los siguientes:

**Tabla 2.** Antecedentes de indicadores evaluados en cada dimensión

| Dimensión                | Indicadores   |
|--------------------------|---|
| Gobierno y Participación | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensión Ambiental en los instrumentos de gestión universitaria</li> <li>- Política Ambiental</li> <li>- Plan Ambiental</li> <li>- Instancia Ambiental Universitaria</li> <li>- Presupuesto para acciones o inversiones ambientales</li> <li>- Participación de la comunidad universitaria en acciones ambientales</li> <li>- Estrategia de Comunicación Ambiental</li> <li>- Página web ambiental</li> </ul> |
| Gestión ambiental        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de ahorro y uso eficiente de agua</li> <li>- Programa de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica</li> <li>- Política para reducir el uso de papel y plástico</li> </ul>   |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



| Dimensión     | Indicadores   |
|---------------|---|
|               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de manejo integral de residuos sólido</li> <li>- Política para el cuidado y conservación de áreas verdes y biodiversidad</li> <li>- Política de construcción sostenible</li> <li>- Política para la reducción de gases de efecto invernadero</li> <li>- Indicadores de seguimiento y evaluación de la gestión ambiental interna</li> </ul>  |
| Formación     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Política ambiental contempla lineamientos referidos a las actividades de formación</li> <li>- Perfiles de egreso contemplan el desarrollo de competencias ambientales o en ambiente</li> <li>- Contenidos o referencias ambientales en los currículos</li> <li>- Programas de pregrado (carreras profesionales) específicos sobre ambiente</li> <li>- Programas de posgrado (Maestrías o Doctorados) específicos sobre ambiente</li> <li>- Programas de formación continua en ambiente (diplomados, cursos, seminarios, entre otros)</li> <li>- Programa de formación y actualización docente en temática ambiental</li> </ul> |
| Investigación | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Política ambiental contempla lineamientos referidos a las actividades de investigación</li> <li>- Grupo de Investigación sobre temas ambientales</li> <li>- Centro, instituto o laboratorio de investigación ambiental</li> <li>- Estrategia para fomentar la investigación ambiental</li> <li>- Criterios ambientales en la concesión o aprobación de proyectos de investigación</li> <li>- Participación en proyectos de investigación sobre ambiente</li> <li>- Difusión de los resultados de investigaciones ambientales</li> </ul>  |
| Extensión     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Política ambiental contempla lineamientos referidos a las actividades de extensión</li> <li>- Acciones y actividades ambientales en comunidades</li> <li>- Participación en procesos públicos y sociales en materia ambiental</li> <li>- Colaboración para formulación o implementación de políticas públicas ambientales</li> <li>- Programa de Voluntariado Ambiental</li> <li>- Vinculación con el sector empresarial del entorno en materia ambiental</li> <li>- Participación en redes universitarias nacionales e internacionales por el ambiente.</li> </ul>  |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Acorde al contexto local no todas las dimensiones trabajadas en otros sitios son aplicables a las necesidades de Casanare, por tal motivo se realizó un filtro y selección de las dimensiones bajo las cuales se establecerán indicadores para la caracterización.

**Tabla 3.** Dimensión e indicadores integrados al instrumento

| Político  | Gestión ambiental                                  | Formación   | Investigación  | Extensión   | Bienestar   |
|---|--|---|--|---|---|
| ¿Hay política ambiental?  | Existe Programa de ahorro y uso eficiente agua     | Número de programas formales ofertados en el área ambiental/Número total de Programas de formación que oferta la universidad/ | Numero de semilleros con líneas de investigación en área ambiental/ Número total de semilleros                           | Número de proyectos que incluyen trabajo ambiental con comunidades/Número total de proyectos con la comunidad | Hay línea ambiental en actividades de bienestar   |
| ¿Existe un documento que defina la política ambiental del campus universitario? | Existe Programa de cero papel                      | Número de Programas con cursos de Educación o gestión ambiental obligatorios/Número Total de Programas                        | Número de grupos de investigación con líneas de investigación en área ambiental/ Número total de grupos de Investigación | Número de convenios con organizaciones ambientales/Número total de convenios interinstitucionales             | Número de actividades de bienestar con línea ambiental/Número total de actividades de bienestar al año (año anterior) |
| ¿Hay plan de manejo ambiental?  | Existe Programa Uso Eficiente de Energía Eléctrica | Número de Programas con cursos de gestión o educación ambiental electivos y obligatorios/Número total de programas            | Existen criterios ambientales para el puntaje de proyectos en convocatorias internas de investigación                    | Existe participación activa y delegación formal en el CIDEA   |   |
| Hay oficina que lidere  | Existe Programa de                                 | Número de docentes con formación  | Número de proyectos  |   |   |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



| Político   | Gestión ambiental   | Formación                                | Investigación  | Extensión | Bienestar |
|--|---|--|--|-----------|-----------|
| programas de gestión y educación ambiental en la institución - CEAD Yopal  | Manejo de residuos solidos  | ambiental/ Número total de docentes *100 | investigación con enfoque ambiental en marcha/Número de proyectos de investigación total |           |           |
| Existen mecanismos de verificación de cumplimiento de compromiso ambiental   | Existe identificación de Riesgos e impactos ambientales   |  |  |           |           |
| ¿La unidad, oficina o dependencia encargada de Gestión ambiental dispone de presupuesto propio para realizar actividades o programas de educación ambiental? | ¿La universidad tiene Programas o proyectos permanentes de intervención en el campus universitario (Sede Casanare) para contribuir con la |  |  |           |           |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



| Político | Gestión ambiental                                       | Formación | Investigación | Extensión | Bienestar |
|----------|---|-----------|---------------|-----------|-----------|
|          | disminución del impacto ambiental generado?             |           |               |           |           |
|          | Existe identificación de Riesgos e impactos ambientales |           |               |           |           |

### 2. Diseñar un instrumento de valoración de la educación ambiental universitaria

Se elaboró una matriz de puntuación para cada indicador, en total se valoraron 26 indicadores, 6 para la dimensión política, 7 para gestión ambiental, 4 para la dimensión “formación”, 4 para la dimensión, 4 para investigación, 3 de extensión y 2 de bienestar.

Calificando cada indicador entre 1 a 5, siendo 5 el máximo valor y 1 el mínimo, el valor máximo de la calificación de la matriz es 130 si cumple con la transversalización de la educación ambiental en todas las dimensiones o 26 si la inclusión es cero.

**Tabla 4.** Rango desempeño universitario

| Nivel desempeño | Rango   |
|-----------------|---------|
| Bajo            | 26-52   |
| Medio           | 53-78   |
| Bueno           | 79-104  |
| Excelente       | 105-130 |

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### RESULTADOS PARCIALES

Se realizó la aplicación del instrumento en dos instituciones universitarias y se compararon sus resultados. Se encontró que la dimensión donde menos avances se tienen es en la formación docente en el área ambiental y en los procesos de extensión de las instituciones.

#### **Perspectivas del trabajo**

Se busca que este instrumento sea aplicado por todas las instituciones pertenecientes a la RED PRAU Casanare y así tener una línea base de la institucionalización de la educación ambiental y generar estrategias futuras que permitan mejorar este proceso en las dimensiones que lo requieran.

### CONCLUSIONES

Las instituciones evaluadas presentan mayor desarrollo frente a la integración de la educación ambiental en la dimensión de gestión ambiental, bienestar e investigativa. Por otro lado se encontró baja inclusión de la dimensión ambiental en aspectos de Política institucional, formación y extensión o proyección social.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Clarke, A., & Kouri, R. (2009). Choosing an appropriate university or college environmental management system. *Journal of Cleaner Production*, 971–984.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Gomez, C. (2011). La educación ambiental en la formación superior en Medellín.

Lora, M. (2014). Proyecto Ambiental Universitario: Educación en la búsqueda de una conciencia socio-ambiental. Cartagena: Universidad de Cartagena.

Ministerio del Medio Ambiente; Ministerio de Educación Nacional. (2002). Política Nacional de Educación Ambiental SINA. Bogotá.

Mora, W. M. (2013). La inclusión de la dimensión ambiental en la educación superior: un estudio de caso en la Facultad de Medio ambiente de la Universidad Distrital en Bogotá. IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, (págs. 2375-2380). Girona.

Sáenz, O., Plata, A., Mora, W., Holguín, M. T., & Guerrero, J. (2014). Institucionalización del compromiso ambiental en las universidades colombianas. Bogotá: Red Colombiana de Formación Ambiental.

Secretaria Distrital de Ambiente; Universidad Piloto de Colombia. (2007). Diagnóstico de base sobre la inclusión y dinamización de la dimensión ambiental, a partir del análisis de las experiencias con las universidades seleccionadas. Convenio de Cooperación Secretaria Distrital de Ambiente - Universidad Piloto de Colombia, Bogotá.

Sepulveda, L. H. (2012). La educación ambiental en el nivel educativo superior de Manizales. Revista Luna Azul, 50-65.

Vidal, J. A. (2010). Medición de la conciencia ambiental: Una revisión crítica de la obra de Riley E. Dunlap. Athenea Digital(17), 33-52.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



## BIODIVERSIDAD DE CASANARE

### CASANARE BIODIVERSITY

*Gilberto Augusto Cortés Millán*  
Docente Ocasional  
UNAD – Yopal  
Grupo CAZAO  
gilberto.cortes@unad.edu.co

---

#### RESUMEN

Este trabajo es la recopilación de la información sobre la biodiversidad de los principales grupos de organismos presentes en el departamento de Casanare, destacando el número de especies de cada grupo representativo, su grado de endemismo, especies amenazas y posibles especies promisorias para su aprovechamiento y conservación por parte de la población.

**Palabras Claves:** Biodiversidad, Casanare, Riqueza, Amenazas, Endémico, Promisorio.

#### ABSTRACT

This work is the collection of information on the biodiversity of the main groups of organisms present in the department of Casanare, highlighting the number of species of each representative group, their degree of endemism, threats and potential promising species for their use and conservation on the part of the population.

**Key Words:** Biodiversity, Casanare, Wealth, Threats, Endemic, Promissory.

#### INTRODUCCIÓN

En esta ponencia se busca destacar la riqueza biológica de la Biodiversidad del departamento de Casanare, teniendo en cuenta su localización como puente entre la cordillera de los Andes y la llanura de la Orinoquia, esta localización aunada a la presencia de un ecosistema único, la llanura inundable, hace del departamento una zona con alta

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

importancia para la conservación sostenible de este recurso con el fin de establecer un región de desarrollo turístico a partir del turismo de naturaleza.



### OBJETIVOS

Determinar los principales componentes de la biodiversidad del departamento de Casanare.

Identificar los principales organismos amenazados que se encuentran en el departamento de Casanare.

Identificar los organismos presentes en el departamento de Casanare con mayores perspectivas para su desarrollo económico.

### METODOLOGÍA

A partir de información secundaria se buscó realizar una recopilación para determinar los principales elementos de la biodiversidad del departamento de Casanare:

### RESULTADOS

El departamento de Casanare, está ubicado en el nororiente de Colombia en la región de la Orinoquia Colombo Venezolana y está comprendido entre las siguientes coordenadas geográficas: 4° 17'25" y los 6° 20'45" de latitud norte y 69° 50'22" y los 73° 04'33" de longitud oeste. Tiene una extensión de 4'416.439,3 ha, que corresponden al 3,91% del total del área nacional y al 17,5% de la región (IGAC, 2014).

Dentro de los paisajes que conforman este departamento se encuentran la montaña la cual incluye las estribaciones orientales de la cordillera oriental de los Andes, igualmente se destaca el paisaje de piedemonte donde se encuentran la cordillera y la planicie; por último, se encuentra la llanura con sus características particulares las cuales se destacan más adelante.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Estos paisajes conllevan a la formación de varios tipos de hábitat dentro de los cuales se destacan los Bosques de Galería, formaciones vegetales que se desarrollan alrededor de los diversos cuerpos de agua, el Bosque de Piedemonte o Bosque de Niebla característico de las zonas medias y bajas de la cordillera de los Andes, en esta parte del departamento se desarrollaron las principales ciudades como Yopal, Aguazul, Villanueva entre otras, de la misma manera encontramos el hábitat de Llanura Inundable característica de los departamentos de Arauca y Casanare en Colombia y en la cual se destacan dos periodos hidrológicos contrastantes, lluvias con una duración de ocho meses aproximadamente y sequía con una duración de cuatro meses. También vale la pena resaltar la presencia de numerosos hábitats hidrobiológicos donde se destacan los ríos y lagunas.

Estas características hacen que el departamento de Casanare presente diversas áreas de alto valor en conservación las cuales se observan en la figura 1.

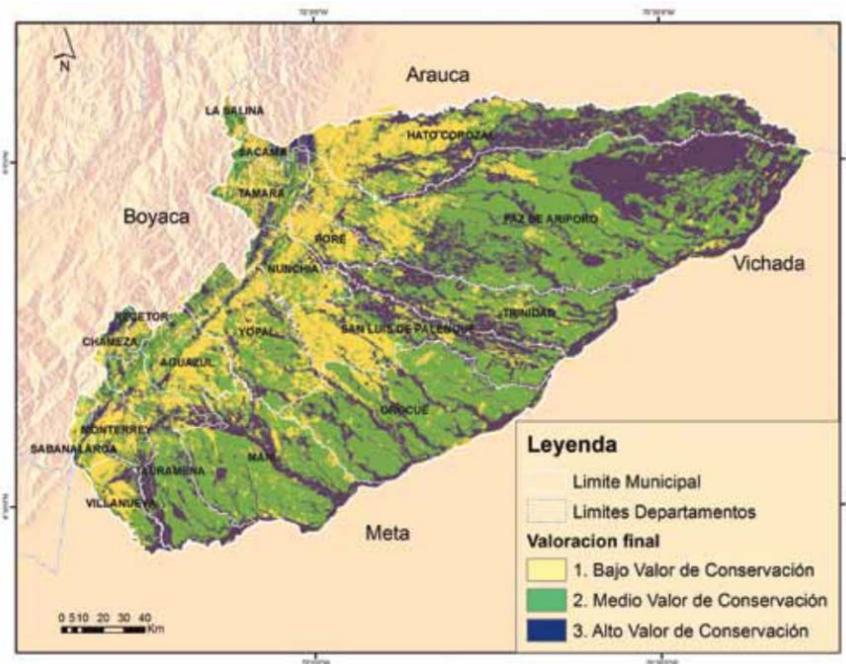


Figura 1. Áreas de Alto valor de Conservación para el departamento de Casanare

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Fuente: Usma & Trujillo, 2011

Estas características ambientales hacen que el departamento de Casanare presente una gran biodiversidad de la cual se destacan algunos organismos que se presentan a continuación:

La Flora registra una riqueza de 1479 especies agrupadas en 659 géneros y 146 familias. Se incluyen 11 subespecies y 19 variedades. Las familias con mayor representatividad de géneros y especies fueron Rubiaceae y Poaceae y los géneros con mayor número de especies fueron *Inga* y *Miconia*. Se registra una especie endémica del Casanare y cuatro para la Orinoquia colombiana. A nivel de especies amenazadas, *Cedrela odorata* y *Pachira quinata* categorizadas En Peligro, son las especies con mayor riesgo de extinción. Se registran 24 especies invasoras: 17 introducidas, cuatro Criptogenicas -área de distribución original incierta- y tres silvestres trasplantadas. Igualmente, se registran en el Departamento 213 especies útiles principalmente de las familias Arecaceae, Mimosaceae y Caesalpinaceae, aprovechadas en la elaboración de artesanías, interés folclórico, ornamental y para la construcción. Las especies con mayores valores de uso fueron el jobo *Spondias mombin*, algarrobo *Hymenaea courbaril* y el caracaro *Enterolobium cyclocarpum* (Córdoba-Sánchez *et al*, 2011).

Se registran 175 especies de mariposas y 89 de hormigas agrupadas en 36 géneros y ocho subfamilias de la familia Formicidae. Paramariposas, Nymphalidae con 100 especies fue la familia con mayor riqueza, seguida por Hesperidae y Riodinidae. Entre las hormigas, Myrmicinae fue la subfamilia con mayor riqueza de especies seguida Ponerinae y Formicinae. Estos resultados no registran para Casanare ninguna especie de hormiga o mariposa endémica ni amenazada. Según el hábitat muestreado se determinó que la mayor riqueza de especies de insectos está en los bosques de galería (Yara-Ortiz *et al*, 2011)



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Se registran 567 especies de peces agrupadas en 242 géneros, 41 familias y 10 órdenes. Esta riqueza representa el 86% de las 658 especies de la Orinoquia colombiana. Los órdenes Characiformes (263 spp.) y Siluriformes (202 spp.), tienen el mayor número de especies, mientras que las familias Characidae (167 spp.) y Loricariidae (64 spp.) tuvieron la mayor representación específica. Se registran 29 especies endémicas para la cuenca del río Meta; 11 especies con alguna categoría de amenaza, 232 con valor comercial (171 ornamental, 61 de consumo) y 58 especies migratorias. Se destacan seis nuevos registros para Colombia *Apareiodonorinocensis*, *Melanocharacidiumnigrum*, *Acestrocephalusginesi*, *Rineloricariacaracasensis*, *Hypostomushemicochliodony* *Rhamphichthysapurensis*; nueve especies se registran por primera vez en la cuenca Orinoco *Steindachnerinabimaculata*, *S. dobula*, *Leporinusmoralesi*, *L. subniger*, *Ammocryptocharaxminutus*, *Hemigrammustridens*, *Centromochlusreticulatus*, *Bunocephaluscoracoideus* y *Vandelliacirrhosay* ocho especies que requieren revisión de especialista, pues pueden ser nuevas especies para la ciencia. Esta riqueza posiciona al Casanare, como uno de los departamentos megadiversos en peces en Colombia (Villa-Navarro *et al*, 2011).

Se registran para el Casanare 49 especies de anfibios distribuidos en dos de los tres órdenes la Clase Amphibia: ranas y sapos (Anura) y caecilias o culebrasciegas (Apoda). Las especies de anfibios amenazados agrupan siete especies según la UICN (2011) y dos según el Libro Rojo de los Anfibios de Colombia. No se identificaron especies bajo las categorías del convenio CITES. Aunque existen vacíos de información de anfibios para las regiones alto andinas, piedemonte y sabanas eólicas e inundables, preliminarmente se observa que riqueza es baja en los páramos subpáramos y bosques alto andinos, debido a la ausencia de estudios, mientras que para los bosques subandinos y piedemonte la riqueza es media, pero con altos grado de endemismo. La mayor diversidad se concentra en las tierras bajas pero su mayor amenaza se encuentra en aquellas especies con distribución andina (Acosta-Galvis y Alfaro-Bejarano, 2011).

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

La riqueza de reptiles del Casanare fueron 65 especies distribuidos en tres órdenes: tortugas (orden Testudinata), Cachirres, Babillas, caimanes y cocodrilos (orden Crocodylia) y los escamados (Orden Squamata) distribuidos en tres subórdenes; lagartos o saurios (suborden Sauria), serpientes ovíboras (suborden Ophidia) y tatacoas (suborden Amphisbaenia). Se registran dos especies endémicas 13 especies bajo el criterio de explotación comercial CITES y siete especies amenazadas entre las que destacan *Crocodylusintermedius*, *Podocnemisexpansay* *Podocnemisunifilis*, que requieren urgentes esfuerzos de conservación (Alfaro *et al*, 2011).

En cuanto a las Aves se registra una riqueza 507 especies para Casanare. La posición geográfica del Departamento lo convierte en un sitio de transición entre los andes, la llanura orinocense y la fauna de la Amazonia, donde convergen especies típicas del piedemonte, zonas altas de los Andes, sabana y llanura inundable. Las aves constituyen un elemento estructural de los ecosistemas del Orinoco, prestan servicios ambientales como polinizadores, en el control de plagas, la fertilización de humedales, la dispersión de semillas, y además sirven como indicadores de la calidad ambiental y un elemento de atractivo turístico, así como en la identificación de hábitat claves para las aves migratorias australes y boreales que cada año llegan a los humedales y bosques del Casanare (Zamudio *et al*, 2011).

Para los mamíferos se registran en Casanare 200 especies agrupadas en 35 familias y 12 órdenes. Esta riqueza representa el 45% de la mastofauna colombiana. Se encuentra un alto porcentaje de pequeños mamíferos como roedores, murciélagos y marsupiales, y en menor medida mamíferos medianos como primates, mustélidos y armadillos, al igual que mamíferos grandes como dantas, chigüiros y felinos, de las cuales 16 especies tienen algún grado de amenaza. Casanare es estratégico para la conservación de los mamíferos de la Orinoquia, tanto en termino de riqueza - alberga 12 de los 14 órdenes registrados para



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Colombia-como de biomasa, pues registra las mayores agregaciones de chigüiros y venados. Los acelerados cambios y transformación de ecosistemas están poniendo bajo amenaza la integridad ecológica de los bosques y grandes humedales de la región, por lo cual se debe seguir impulsando iniciativas de conservación de especies y direccionar esfuerzos a la creación de nuevas áreas protegidas en Casanare (Trujillo *et al*, 2011).



### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta-Galvis, A. R. & J. P. Alfaro-Bejarano. (2011). Anfibios del Casanare. Pp. 138-151. En: Usma, J.S.& F. Trujillo (Eds.). (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá.

Alfaro, J. P., Acosta-Galvis, A. R. & M. Vejarano. (2011). Reptiles del Casanare. Pp. 152-167. En: Usma, J.S.& F. Trujillo (Eds.). (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá.

Córdoba-Sánchez, M., L. Miranda-Cortés, R. Avila-Avilán & C. Pérez-Rojas. (2011). Flora de Casanare. Pp. 82-101. En: Usma, J.S. & F. Trujillo (Eds.). (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2014). Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Casanare, escala 1.100.000. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Trujillo, F., Garavito-Fonseca, J., Gutiérrez, K., Rodríguez-Maldonado, M. V., Combariza, R., Solano-Pérez, L., Pantoja, G. & J. P. Ávila-Guillén. (2011). Mamíferos del Casanare. Pp. 120-137. En: Usma, J.S.& F. Trujillo (Eds.). (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá.

Usma, J.S., & F. Trujillo (Editores). (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá.

Villa-Navarro, F., Urbano-Bonilla, A., Ortega-Lara, A., Taphorn, D. & J. S. Usma-Oviedo. (2011). Peces del Casanare. Pp. 120-137. En: Usma, J.S.& F. Trujillo (Eds.). (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Yara-Ortíz, C., L., Peña, J. M. & P. Urbano-Tibaduiza. (2011). Hormigas y Mariposas del Casanare. Pp. 102-119. En: Usma, J.S.& F. Trujillo (Eds.). (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá.

Zamudio J. A., Ortega, L. F. & L. F. Castillo. (2011). Aves del Casanare. Pp. 168-179. En: Usma, J.S.& F. Trujillo (Eds.). (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá.



### **CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y FÍSICOQUÍMICA *IN SILICO* DEL DOMINIO HEPN DE LA PROTEÍNA DE RECLUTAMIENTO VBP**

### ***IN SILICO* STRUCTURAL AND PHYSICAL CHEMISTRY CHARACTERIZATION OF THE HEPN DOMAIN IN THE RECRUITMENT PROTEIN VBP**

*Carlos Andrés Padilla Jaramillo*

*Aldo F. Combariza*

Universidad de Sucre

Grupo de Investigación Modelamiento Molecular y Simulación Computacional In-Silico

[icarlospadilla6@gmail.com](mailto:icarlospadilla6@gmail.com), [aldo.combariza@unisucra.edu.co](mailto:aldo.combariza@unisucra.edu.co)

---

#### RESUMEN

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



*Agrobacterium tumefaciens* es una proteobacteria que causa la destrucción parcial y puede causar la destrucción total de la morfología de una gran cantidad de especies vegetales. El mecanismo por el cual se da el proceso destructivo, también llamado tumorigénesis, está regido por señales intercambiadas entre entidades proteínicas. La proteína VirD2-Vinculante (VBP) es clave en el proceso de tumorigénesis, ya que hace parte del proceso de translocación de la hebra ADN parasitaria, la cual posteriormente es insertada dentro del genoma de la planta e inicia la cascada de procesos que terminan con la generación de crecimientos tumorales. La VBP es funcional en forma de dímero; cada monómero cuenta con dos dominios, uno NT y uno HEPN. Este último, es responsable de mantener la integridad y el estado funcional del complejo proteínico. Las estructuras del complejo VBP, utilizadas en nuestro trabajo, fueron dilucidadas por medio de cristalografía de rayos X, con una precisión de 2.7Å. Sin embargo, sólo la región correspondiente a los dominios HEPN del complejo se lograron cristalizar y han sido reportados en el Protein Data Bank (PDBID:4NQF). Al estudiar las estructuras monoméricas por separado, encontramos que presentan mutaciones correspondientes al cambio de aminoácidos en las posiciones 168(Leu), 219(Leu) y 251(Leu) por selenometionina (MSE). Desde el punto de vista estructural, es interesante observar el impacto que ejercen estas mutaciones sobre la integridad estructural del dominio HEPN. Además, es fundamental definir los estados de protonación de los grupos laterales de los aminoácidos protonables, los cuales se ubican en la superficie externa del dominio HEPN. Es la superficie externa quien, a su vez, dicta la capacidad fisicoquímica de la proteína para interactuar con su entorno. El objetivo final de estos estudios es dilucidar, a través de metodologías *in silico*, la escala atómica el proceso dinámico en el que está envuelto el dominio HEPN de la VBP.

**Palabras Claves:** *In silico*, modelamiento molecular, dinámica molecular, tumorigénesis, ADN parasitario.

#### ABSTRACT

*Agrobacterium tumefaciens* is a proteobacteria that causes partial destruction and can cause the total destruction of the morphology of a large number of plant species. The mechanism by which the destructive process occurs, also called tumorigenesis, is governed by signals exchanged between protein entities. The VirD2-binding protein (VBP) is key in the process of tumorigenesis, since takes part of the parasitic DNA translocation process. The DNA strand which is then inserted into the genome of the plant and initiates the cascade of processes that end with the generation of tumor growths. VBP is functional in the form of a dimer; Each monomer has two domains, one NT and one HEPN. The latter is responsible for maintaining the integrity and functional status of the protein complex. The structures of the VBP complex, used in our work, were elucidated by means of X-ray crystallography, with an accuracy of 2.7Å. However, only the region corresponding to the HEPN domains of the complex were crystallized and have been reported in the Protein Data Bank (PDBID: 4NQF). When studying the monomeric structures separately, we find that they present mutations corresponding to the amino acid change at positions 168 (Leu), 219 (Leu) and 251 (Leu) by selenomethionine (MSE). From the structural point of view, it's interesting to observe the impact that these mutations exert on the structural integrity of the HEPN domain. Additionally, it's essential to define the protonation states of the lateral groups of the protonatable amino acids, which are located on the external surface of the HEPN domain. It's the external surface that, in turn, dictates the physical chemistry capacity of the protein to interact with its environment. The final objective of these studies is to elucidate, through *In silico* methodologies, the atomic scale the dynamic process in which the HEPN domain of the VBP is involved.

**Keywords:** *In silico*, modeling molecular, molecular dynamics, tumorigenesis, parasitic DNA.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### INTRODUCCIÓN

La corona de agallas es una enfermedad causante de tumores que afecta a nivel mundial, a más de ochenta familias de plantas herbáceas y forestales; es producida por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* de la familia Rhizobiaceae (1). *A. tumefaciens* es una proteobacteria con efectos fitopatogénicos, que causa la destrucción parcial y puede causar la destrucción total de la morfología de gran cantidad de especies vegetales (1). El mecanismo por el cual se da el proceso destructivo, también llamado tumorigénesis, está regido por señales intercambiadas entre entidades proteínicas y genómicas (2). El andamiaje molecular y el mecanismo que emplea la bacteria durante el proceso de tumorigénesis es tan eficiente, que incluso ha sido usado en diversos campos de la ingeniería genética (2). Un ejemplo sobresaliente es el desarrollo de plantas transgénicas, como *Nicotiana tabacum*, *Helianthus annuus* y el género petunia, resistentes al antibiótico Kanamicina (2). Así mismo, el entendimiento de este mecanismo ha sido básico para la formulación de modelos de señalización celular, transporte de célula a célula, importe nuclear de proteínas y ADN y mecanismos de integración genómica (2).

La proteína VirD2-Vinculante (VirD2-Binding protein, VBP) se encuentra implicada en la tumorigénesis y es clave en la inducción de los tumores; ya que hace parte del proceso de translocación de la hebra ADN parasitaria, desde la bacteria hasta la planta. Posteriormente, el ADN translocado es insertado dentro del genoma de la planta, iniciando una cascada de procesos que terminan con la generación de crecimientos tumorales (3). La VBP es funcional en forma de dímero y cada monómero cuenta con dos dominios, uno NT (nucleotidyltransferase) y uno HEPN (higher eukaryotes and prokaryotes nucleotide-binding), este último, responsable de mantener la integridad y el estado funcional del complejo proteínico, VBP (4). Análisis y ensayos de virulencia de plantas, mostraron que sólo *A. tumefaciens* alberga el dímero VBP que puede interactuar con proteínas claves para

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

inducir la formación de tumores en las plantas (4). Sin embargo, pocos son los estudios enfocados hacia el entendimiento atómico de los mecanismos moleculares por el cual VBP interactúa con las diferentes proteínas involucradas en la tumorigénesis. Actualmente, los métodos *in silico* están permitiendo una mejor comprensión acerca de procesos complejos en diversas áreas de la ciencia, lo que nos aproxima a una visión atómica de un gran número de fenómenos, para este caso el de tumorigénesis.



### OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Estudiar y analizar la relación estructura-actividad de la proteína de reclutamiento intrínsecamente ordenada (PIO) VBP con el complejo VirD2-T-ADN.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificación del grado de similitud, vía alineamiento estructural del dominio HEPN, la proteína nativa y siete mutantes.
- Determinar la influencia que ejercen las mutaciones Leucina-Selenometionina en la estabilidad estructural del dominio HEPN.
- Predecir y cuantificar el estado de protonación del dominio HEPN de la proteína VirD2-Vinculante a pH fisiológico, utilizando diferentes algoritmos matemáticos basados en el modelo de Henderson-Hasselbalch, Poisson-Boltzmann y Monte Carlo.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### METODOLOGÍA

Se utilizará una metodología *in silico*, computacional, para llevar a cabo nuestra investigación. Las herramientas computacionales de Hardware con las que disponemos son las siguientes:

- Equipo computacional de procesador AMD E1-2100 de 1000.00 M HZ
- Tarjeta gráfica de 256 MB de memoria.

Las estructuras de la proteína VBP, utilizadas en nuestro trabajo fueron cristalizadas con un método de cristalografía de rayos X, con una resolución de 2.7 Å. Sin embargo, solo la región correspondiente a los dominios HEPN fueron dilucidadas. Siendo el dominio HEPN en forma de dímero, clave en mantener la estabilidad estructural de la proteína VBP completa. Estas estructuras fueron recuperadas de la base de datos de proteínas, Protein Data Bank (PDB, por sus siglas en inglés). Inicialmente, se realizó una alineación de los monómeros individuales del dímero HEPN de la proteína VBP. Se utilizó la versión STAMP (Structural Alignment of Multiple Proteins, por sus siglas en inglés) programada en el paquete de análisis molecular MULTISEQ (5, 6). Paso seguido, al analizar la estructura primaria del dominio HEPN, observamos que presentaba mutaciones de Leucina (Leu) por selenometionina (MSE) en las posiciones 168, 219 y 251 en ambos monómeros. Desde el punto de vista estructural, es interesante observar el impacto que ejercen estas mutaciones sobre la integridad terciaria del dominio HEPN, motivo para crear mutantes con presencia y ausencia de MSE en los residuos afectados por el cambio de aminoácido.

Como resultado, siete estructuras diferentes (VBP\_M<sub>1-7</sub>) fueron obtenidas, comparadas con respecto a la proteína nativa VBP\_M<sub>0</sub>. Los mutantes quedaron así: (Leu-MSE(168)/Leu-MSE(219)/Leu-MSE(251) VBP-M<sub>1</sub>, Leu-MSE(219)/Leu-MSE(251) VBP-M<sub>2</sub>, Leu-MSE(168)/Leu-MSE(251) VBP-M<sub>3</sub>, Leu-MSE(168)/Leu-MSE(219) VBP-M<sub>4</sub>, Leu-MSE(251) VBP-M<sub>5</sub>, Leu-MSE(168) VBP-M<sub>6</sub> y Leu-MSE(219) VBP-

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



M\_7. Cada estructura mutante, se alineo con respecto a la proteína nativa y se cuantificó el grado de similitud a través de parámetros como Qres (medida para calcular la similitud estructural de cada residuo), QH (explica la presencia de desfases y cómo las inserciones perturban la estructura alineada del núcleo) y una medida de RMSD para cada alineación. Por último, se determinaron los estados de protonación de la superficie del dominio HEPN, con metodologías basadas en la ecuación de Henderson-Hasselbalch, la distribución de Poisson-Boltzmann y el método de Monte Carlo. Algoritmos de cálculo programados en herramientas computacionales tales como PROPKA, MCCE, DelPhiPKa, PDB2PQR y GMCT fueron utilizadas para este fin. Se presenta un estudio comparativo de las estructuras moleculares obtenidas a partir de los algoritmos anteriores, a condiciones de pH, temperatura, concentración de iones, que simulan las condiciones fisiológicas. Una vez definidas las estructuras moleculares y su entorno, se procederá a generar las celdas de simulación que nos permitirán más adelante, estudiar la dinámica de estos sistemas.

### RESULTADOS Y ANÁLISIS

En la alineación estructural de los monómeros se obtuvo un QH de 0.9879 con un porcentaje de identidad del 96.03%, ver figura 1. No se obtiene un 100% de identidad estructural puesto que los aminoácidos LEHAAG del monómero B no encuentran concordancia estructural con el monómero A. Excluyendo este conjunto de residuos el porcentaje de identidad es del 100%.

Se encontró que el valor más alto de RMSD se obtuvo al comparar el mutante VBP-M<sub>1</sub> con la proteína nativa y el valor comparativo más bajo para el mutante VBP-M<sub>7</sub>. Era de esperarse que el valor más alto de RMSD fuera para el VBP-M<sub>1</sub>, debido que tiene mutaciones en cada una de las posiciones mencionadas. Pero, para comprender por qué el menor valor de RMSD fue para el VBP-M<sub>7</sub>, consideremos los cinco mutantes restantes. Con una sola posición mutada, VBP-M<sub>6</sub> presentó el valor más bajo de RMSD y con dos

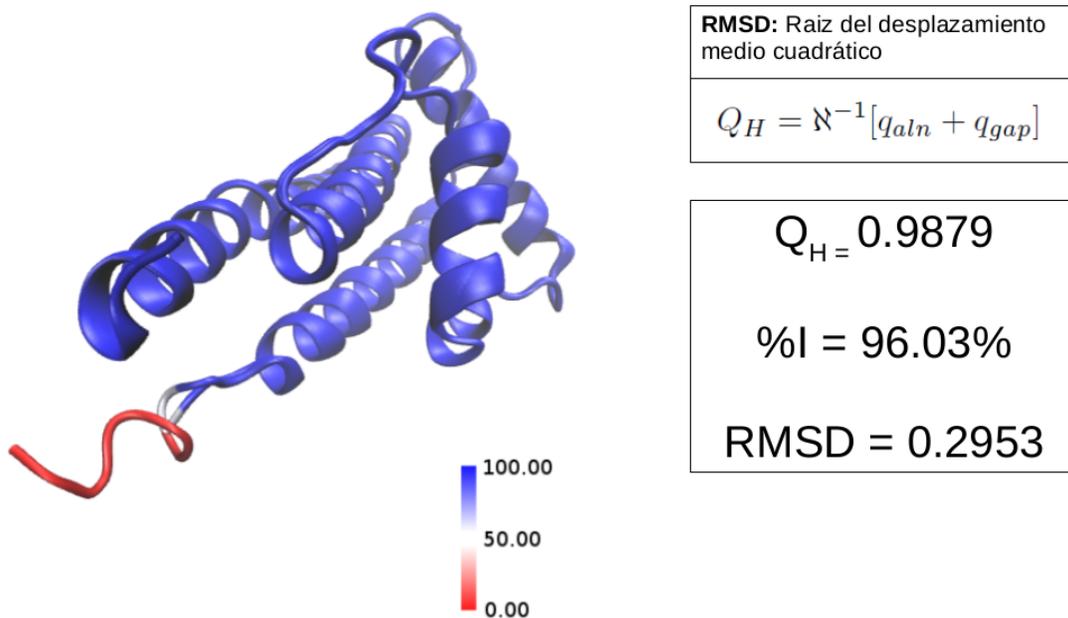
## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



posiciones mutadas el menor valor de RMSD fue para el VBP-M<sub>4</sub>. Tomando en cuenta la posición, se infiere que la presencia o ausencia de MSE en los residuos 168 y 219 no afecta radicalmente la estructura proteica, como lo hace en posición 251. Las diferencias estructurales reflejadas entre mutantes comparados, posiblemente se deben a la desigualdad de tamaños iónicos entre los aminoácidos sustituidos. La MSE en comparación con la Leu, es una molécula más larga, delgada y con diferentes grados de libertad vibracionales, hecho físico que cambia la morfología de la macromolécula.

**Figura 1.** Resultado de la alineación estructural de los monómeros A y B de los dominios HEPN



De color azul se observan las partes alineadas con una alta identidad estructural, de color blanco se observan las partes alineadas con una mediana identidad estructural y de color rojo estructuras que no encontraron identidad estructural entre un monómero y otro.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Por último, se definieron los estados de protonación de las cadenas laterales de cada uno de los aminoácidos protonables de las macromoléculas en estudio. Para este fin, se utilizaron metodologías basadas en la ecuación de Henderson-Hasselbalch, la distribución de Poisson-Boltzmann y el método de Monte Carlo. Algoritmos de cálculo programados en herramientas computacionales tales como PROPKA, MCCE, DelPhiPKa, PDB2PQR y GMCT fueron utilizadas para este fin. Se presenta un estudio comparativo de las estructuras moleculares obtenidas a partir de los algoritmos anteriores, a condiciones de pH, temperatura, concentración de iones, que simulan las condiciones fisiológicas. Una vez definidas las estructuras moleculares y su entorno, se procederá a generar las celdas de simulación que nos permitirán más adelante, estudiar la dinámica de estos sistemas.



### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arguedas, M. (2009). La "corona de agallas"(Agrobacterium tumefaciens). Kurú: Revista Forestal, 6(16):1–5.

Fonseca, A., Isaza, R., & Kafuri, L. (2005). Transformación de plantas mediada por agrobacterium:"Ingeniería genética natural aplicada". Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. Vol, pages 2570–2585.

Guo, M., Jin, S., Sun, D., Hew, C. L., & Pan, S. Q. (2007). Recruitment of conjugative DNA transfer substrate to Agrobacterium type IV secretion apparatus. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104:20019–20024.

Padavannil, A., Jobichen, C., Qinghua, Y., Seetharaman, J., Velazquez-Campoy, A., Yang, L., Pan, S. Q., & Sivaraman, J. (2014). Dimerization of VirD2 Binding Protein Is Essential for Agrobacterium Induced Tumor Formation in Plants. PLoS Pathogens, 10(3).

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Roberts, E., Eargle, J., Wright, D., and Luthey-Schulten, Z. (2006). MultiSeq: unifying sequence and structure data for evolutionary analysis. *BMC bioinformatics*, 7(1):382.

Eastwood, M. P., Hardin, C., Luthey-Schulten, Z., & Wolynes, P. G. (2001). Evaluating protein structure-prediction schemes using energy landscape theory. *IBM Journal of Research and Development*, 45(3.4):475–497.



### **DISEÑO DE UN ARBORETUM EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEPARTAMENTAL CEREZOS GRANDES DEL MUNICIPIO DE CHIPAQUE – CUNDINAMARCA**

### **DESIGN OF AN ARBORETUM IN THE CEREZOS GRANDES DEPARTMENTAL EDUCATIONAL INSTITUTION OF THE MUNICIPALITY OF CHIPAQUE – CUNDINAMARCA**

Ángela Castro  
Raúl García

UNAD – Zona Centro Bogotá Cundinamarca  
CEAD José Acevedo y Gómez  
[kimypunchos@hotmail.com](mailto:kimypunchos@hotmail.com)

---

#### **RESUMEN**

El propósito del proyecto fue el diseño de un arboreto o arboretum (del latín *arborētum*) para el año escolar 2017, en el Colegio Cerezos Grandes del municipio de Chipaque - Cundinamarca, con el fin de incentivar en los estudiantes y la comunidad en general, el estudio y conservación de las diferentes especies vegetales nativas que se encontraron en la zona. Para esto, se hizo necesario constituir un grupo de trabajo sólido con estudiantes, docentes y padres de familia interesados en llevar a cabo el arboretum. Éste se constituyó básicamente en un lugar organizado en el que se estudian y conservan las especies arbóreas nativas y productivas para darlas a conocer a un posible público. En este caso, las condiciones climáticas y topográficas permiten optar por un arboreto alto andino. La primera fase del proyecto consistió en un reconocimiento de las especies forestales representativas de la región y la definición de aquellas que serán incluidas en el proyecto teniendo en cuenta aspectos como los beneficios ambientales y ecológicos de la especie, la importancia socioeconómica y la importancia cultural. Posteriormente, con base en la información

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

anterior, se procedió a diseñar el arboretum teniendo en cuenta las características del sitio y las características de las especies seleccionadas.

**Palabras clave:** Jardín botánico, arboretum, especie arbórea, especie nativa.



### ABSTRACT

The purpose of the project was the design of an arboretum for the 2017 school year, at the Colegio Cerezos Grandes in the municipality of Chipaque - Cundinamarca, in order to encourage students and the community in general to study and conserve the different species vegetables that are in the area. For this, it is necessary to establish a working group with students, teachers and parents interested in carrying out an arboretum. This was basically an organized place in which the native and productive tree species are studied and conserved to make them known to a possible public. In this case, the climatic and topographic conditions allow to opt for a high Andean arboretum. The first phase of the project consisted of a recognition of the forest species representative of the region and the definition of those included in the project taking into account the environmental and ecological benefits of the species, socioeconomic importance and cultural importance. Subsequently, based on the above information, the arboretum was designed taking into account the characteristics of the site and the characteristics of the selected species.

**Keywords:** Botanical garden, arboretum, tree species, native species.

### DESARROLLO DE LA PONENCIA

De acuerdo con el Proyecto Educativo Escolar (PRAE) del Colegio Cerezos Grandes, cuyo lema es: “*Creando conciencia hacia el cuidado de nuestro entorno y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales*”, es importante dar a conocer no solo a los estudiantes, sino también al cuerpo docente, padres de familia y en general a la comunidad del Municipio de Chipaque, la importancia de cuidar, preservar y usar de manera adecuada las especies forestales nativas o representativas del municipio, en especial, enfocando los esfuerzos en la creación de un **arboretum**, el cual se encuentra previsto como uno de los proyectos del PRAE.

Con la existencia de un espacio dedicado a la concientización sobre la importancia del conocimiento de las especies forestales desde el punto de vista ecológico, económico, cultural y social, se podría incidir en cambios de actitudes de la comunidad académica que

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

redundan en acciones concretas para la conservación y recuperación de las especies forestales nativas del municipio.

El contar con un arboretum en el colegio Cerezos Grandes se justifica desde los puntos de vista ecológico, social y económico, como se indica a continuación:

***El punto de vista ecológico:*** En el PRAE del Colegio Cerezos Grandes y bajo el lema: “Oye marranito se te cayó el papelito” se pretende que la comunidad educativa se sensibilice y aprenda a manejar los residuos que se generan de manera apropiada, sin llegar a generar efectos negativos sobre el ambiente; así mismo, se espera incidir en la comunidad para que el aprovechamiento de los recursos naturales se efectúe de una manera más consciente, sin llegar a incurrir en daños mediante los cuales se ponga en riesgo el capital natural de la región. Con el diseño e implementación de un Arboretum como escenario demostrativo y de aprendizaje en el Colegio Cerezos Grandes, se espera llevar un mensaje sobre la importancia de reconocer los recursos naturales de la zona y sus usos potenciales para la generación de servicios ecosistémicos.

***El punto de vista social:*** De conformidad con el PRAE del Colegio Cerezos Grandes, la comunidad académica de la institución ha perdido su sentido de pertenencia tanto con la institución, como con el medio en el que habitan, lo cual se ha visto reflejado en actitudes que no favorecen la conservación de los recursos naturales del colegio ni de los recursos propios de su región, así como el desconocimiento sobre las especies nativas y sus posibles beneficios para los habitantes locales y para el ambiente. Esta situación le ha generado una mala imagen a la institución, por ende, el diseño del arboretum pretende restaurar e incentivar el amor por la institución y su área de influencia, al dar a conocer la variedad nativa de árboles y el manejo adecuado de los mismos, generando entre la comunidad una nueva ventana del saber, e identificando en ellos potencialidades para



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

preservar el medio ambiente y de esta manera restaurar la imagen de la Institución académica como pionera en respeto por la naturaleza.

*El punto de vista económico:* Para la comunidad Cerezana es importante el hecho de proyectarse económicamente, por ello, mediante la creación de un escenario como el arboretum, se genera un nuevo espacio para conocer los diferentes usos y los beneficios económicos que las especies arbóreas nativas del Municipio de Chipaque podrían aportarles a los habitantes de la región. De esta manera, se espera que los estudiantes transmitan lo aprendido a sus familias, creándose un intercambio de conocimientos para el manejo de las especies en las fincas de la zona, brindando la oportunidad de comparar los usos y beneficios de cada especie, y las ventajas de su empleo en los sistemas productivos locales.

### INTRODUCCIÓN

Este proyecto tuvo como propósito el diseño de un arboretum para el Colegio Cerezos Grandes del municipio de Chipaque – Cundinamarca, cuya implementación podría incidir en la forma como la comunidad académica percibe las especies nativas del municipio, ya que, al perder paulatinamente el sentido de pertenencia por parte del estudiantado, la imagen del Colegio se ve afectada y por otra parte es importante el que se cree conciencia de manejar adecuadamente dichas especies.

La idea entonces con el diseño es dar una inyección de conciencia ecológica a toda la comunidad académica (profesores, estudiantes, padres de familia, administrativos) a tal nivel de que haga eco en el municipio entero y así ayudar a reconocer y preservar el capital forestal del municipio.



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Con el diseño del arboretum entonces se llega a un punto donde el estudiante se proyecta a un nivel ecológico (aprende a diferenciar especies arbóreas nativas del municipio, su buen uso y respectivos cuidados), social (aprende a enseñar sobre el mejor modo de usar las especies en fincas, terrenos o de acuerdo a su necesidad y/o requerimientos) y a nivel económico (aprende la mejor manera de sacar provecho a las diferentes especies sin dañarlas), generando entonces un cambio en la mentalidad y en el municipio.

Es importante resaltar que este proyecto se encuentra articulado al Proyecto Ambiental Escolar de la Institución por cuanto contribuye con el propósito de fomentar en los estudiantes la conciencia a favor del cambio de actitudes y valores que propendan por el buen uso y trato de los recursos hacia el medio ambiente. Todo esto para su repercusión a favor de la preservación de la calidad de vida. De esta manera, su apropiación debe darse desde los diferentes estamentos de la comunidad académica y en su ejecución pueden participar estudiantes y profesores de diferentes materias al abordarse una temática multidisciplinaria.

*“Si supiera que el mundo se ha de acabar mañana, yo hoy aún plantaría un árbol”*

Martín Luther King Jr.

### OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Favorecer la conservación y conocimiento de las especies forestales nativas existentes en el municipio de Chipaque - Cundinamarca, mediante el diseño de un arboretum para el Colegio Cerezos Grandes.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar las especies forestales nativas de mayor importancia para la comunidad estudiantil desde los puntos de vista ecológico, social y económico.

Establecer estrategias que permitan el registro, caracterización y seguimiento de los individuos forestales nativos incluidos en el arboretum.

Diseñar un arboretum para el Colegio Cerezos Grandes con base en las especies identificadas y las características del sitio.

### METODOLOGÍA

#### Descripción del área de estudio

En primer lugar, se realiza una breve descripción de los lugares de mayor relevancia para el proyecto, para en segundo lugar realizar una breve descripción agro-climatológica del área de estudio.

#### ♣ Lugares de mayor relevancia para el proyecto

**A. Chipaque – Cundinamarca:** Se trabajó en el municipio de Chipaque – Cundinamarca a nivel general con la visita a diferentes predios buscando y recolectando información vital para el proyecto, en las veredas: Alto del ramo – Fruticas - La palma - Quente (Marilandia) - Cerezos pequeños - Cerezos grandes.

**B. IED Cerezos Grandes:** La institución educativa IEDR Cerezos Grandes (antes Tapias) está ubicada en la provincia de oriente en Cundinamarca en el municipio de Chipaque - Cundinamarca, vereda Cerezos Grandes a 37 Kilómetros de la ciudad de Bogotá. Es el eje del que parte el proyecto y se adopta su PRAE como parte fundamental para el desarrollo del mismo. Está conformada por 5 sedes: 1. Escuela

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Rural Primaria sede principal. 2. Escuela Rural Flórez. 3. Escuela Rural Idaza. 4. Escuela Rural Nizame. 5. Escuela Rural Guaicá



**Imagen 1.** Mapa delimitación del terreno IEDR Cerezos Grandes, municipio de Chipaque – Cundinamarca.

Elaboró: Angela Castro con Programa Google Earth pro

**C. Terreno convenio con la Alcaldía de Chipaque:** En la vereda Cerezos Grandes, cerca de la vía puente de piedra puerto rojo se ubica el predio que la Alcaldía del municipio de Chipaque - Cundinamarca cedió. Cuenta con una extensión de 1.000 metros cuadrados aproximadamente, cercano a la sede principal del IEDR Cerezos grandes y de la Escuela rural primaria sede principal.



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Imagen 2.** Mapa delimitación del terreno cedido por la Alcandía del municipio de Chipaque – Cundinamarca. Elaboró Angela Castro con Programa Google Earth pro

**Tabla 1.** Descripción agro-climatológica del área de estudio

| Características agro-climatológicas Vereda Cerezos Grandes, municipio de Chipaque - Cundinamarca<br>Por: Angela Castro |   |
|--|---|
| <b>Unidad fisiográfica</b>   | Vereda Cerezos Grandes  |
| <b>Aspectos atmosféricos</b>   |   |
| <b>Temperatura promedio anual</b>  | 14.1 °C   |
| <b>Clima</b>   | Templado - cálido   |
| <b>Humedad ambiental</b>   | 1083 mm anual   |
| <b>Vientos</b>   | Alisios   |
| <b>Aspectos geográficos</b>  |   |
| <b>Altitud</b>   | 2.400 m.s.n.m.  |
| <b>Hidrología</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- El río Chinará-Uracé, es una de las principales fuentes de agua del municipio, en él fluyen las aguas del río Guacamayas y en este último a su vez las quebradas la Playa (utilizada para el abastecimiento de agua del acueducto de la zona urbana), el Chuscal o San Isidro y el Venado. (Alcaldía de Chipaque – Cundinamarca, 2015)</li> <li>- El río Moyaco o Fruticas, es otra de las fuentes de agua de gran importancia del municipio, ya que, de éste, el gobierno municipal tiene el proyecto de construir un acueducto inter veredal como solución al servicio de agua de las veredas: Mone, Hoyas, Alto de la cruz, Caraza, Moras, Llano de Chipaque y Flores que adolecen de este servicio. (Consejo municipal municipio de Chipaque, 2012)</li> </ul> |
| <b>Precipitación</b>   | <p>La precipitación varía 103 mm aproximadamente entre el mes más seco y el mes más húmedo. La variación de la temperatura anual está alrededor de 1.0°C</p> <p>El mes más seco en la Vereda Cerezos Grandes del municipio de Chipaque – Cundinamarca es enero y el mes más húmedo es mayo donde la precipitación sube de manera considerable. Para poder realizar de manera adecuada el sondeo se tuvo en cuenta datos del IDEAM en su página web y del sitio web Climatedata.org.</p>   |
| <b>Terreno circundante</b>   | Montañoso y ondulado  |
| <b>Posición del perfil</b>   | Ladera cóncava  |
| <b>Pendiente del terreno</b>   | <p>Se procedió a hallar la pendiente<sup>1</sup> calculándola según el método topográfico: Para el cálculo de la pendiente en tantos por ciento se resolvió la siguiente regla de tres: Distancia en horizontal es a 100 como distancia en vertical es a X, en otras palabras:</p> $\text{Distancia en vertical} \times \frac{100}{\text{Distancia en horizontal}} = \text{Pendiente}\%$ <p>Entonces con una medida aproximada según Google Earth Pro horizontal de 70 metros y una medida vertical de 15 metros:</p>   |

<sup>1</sup> **Pendiente:** La pendiente es la relación que existe entre el desnivel que se debe superar y la distancia en horizontal que se debe recorrer, lo que equivale a la tangente del ángulo que forma la línea a medir con el eje x, que sería el plano. La distancia horizontal se mide en el mapa. La pendiente se expresa en tantos por ciento, o en grados.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

$$15 \text{ m} \times \frac{100}{70 \text{ m}} = 21\%$$

Con el resultado se concluye que la superficie del suelo no está erosionada, el drenaje interno es bueno y presenta buen recubrimiento vegetal como pastos, malezas, césped, musgo y algunas piedras.

**Tabla 1.** Datos agro-climatológicos Vereda Cerezos Grandes, municipio de Chipaque – Cundinamarca (Autor) Angela Castro (Fuente) Alcaldía de Chipaque – Cundinamarca Sitio web oficial y trabajo de campo



#### **Identificación de las especies forestales nativas de mayor importancia para la comunidad estudiantil desde los puntos de vista ecológico, social y económico.**

**A.** Para la identificación de las especies forestales nativas de mayor importancia para la comunidad estudiantil desde los puntos de vista ecológico, social y económico lo primero que se hizo fue la búsqueda de información secundaria sobre las especies forestales nativas más representativas de la zona. Para este fin se emplearon las siguientes fuentes de información:

- CAR (2012). Vegetación del territorio CAR, 450 especies de sus llanuras y montañas. Autor (es). Mahecha G., Ovalle A., Camelo D., Rozo A., Barreto D.
- Corporación autónoma regional del Cauca (s.f) Plan de Ordenación y Manejo de la Subcuenca Hidrográfica del Río Pisojé. Archivo pdf.
- Instituto de ciencias naturales (2003) Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia. Volumen 1. Autor (es). Calderón E., Galeano G., García N.
- Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Investigación en biodiversidad y servicios ecosistémicos para la toma de decisiones (2015). Repositorio institucional de documentación científica del Instituto Alexander Von Humboldt.
- Moreno Rincón Milena María (2014). Vegetación Arborea del campus PUJ. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales.
- Universidad de Panamá (2008) Plantas medicinales iberoamericanas. Autor. Mahabir P.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



- Universidad Nacional de Colombia (2013). Arboretum y Palmetum Guía de identificación. Autor (es). Varón T., León S.
  - Universidad Católica de oriente (2017). Biblioteca virtual.
- B.** Posteriormente, se realizó un inventario forestal al 100% de especies arbóreas dispersas en sistemas agropecuarios en 8 predios del municipio de Chipaque con el propósito de identificar las especies nativas predominantes en la zona. Para este fin se contó con el apoyo de la Fundación Natura mediante el apoyo de ingenieros forestales expertos en la identificación de especies arbóreas en campo.
- C.** En seguida se confrontó y sintetizó la información obtenida, generando la lista de especies con las que se trabajó en el proyecto.
- D.** Finalmente se clasificaron las especies teniendo en cuenta el punto de vista ecológico, social y económico.

#### **Definición de estrategias para el registro, caracterización y seguimiento de los individuos forestales nativos incluidos en el arboretum.**

Se generaron mecanismos para mantener documentadas las colecciones de plantas vivas mediante un sistema de registro y ubicación:

- A.** Por medio de fichas elaboradas a tamaño carta con información por lado y lado de la especie como los diferentes nombres comunes, el nombre científico, tamaño, diámetro, tipo de copa, tipo de raíz, tipo de requerimientos y principales usos.
- B.** Con placas de identificación, las cuales son de tamaño A5 o media carta aproximadamente, con información como nombre común, nombre científico, familia y principales usos.
- C.** Mediante rótulos que identifiquen cada árbol con el fin de poder llevar un seguimiento personalizado y de esta manera poder realizar un adecuado manejo de

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



plagas y enfermedades o bien encontrar datos específicos contenidos en la respectiva ficha de seguimiento. Contiene tres letras: ACG siglas de: Arboretum Cerezos Grandes y tres números que empiezan con el 001 y termina en el 107 aproximadamente.

- D.** Por medio de las fichas de seguimiento que contienen información como: nombre de la especie y cuatro subdivisiones que son: Objeto de colección, evento de colecta, taxonomía, atributos y otra información. Dentro de las cuales, se llena la información según la especie lo amerite.

### Diseño del arboretum para el Colegio Cerezos Grandes con base en las especies identificadas y las características del sitio.

A continuación, se presenta en un cuadro los respectivos pasos que se tuvieron en cuenta para la creación del diseño del IEDR Cerezos Grandes (Tabla 2):

**Tabla 2.** Paso a paso del diseño y la planificación del Arboretum.

| Información que se colectó   | Como se midió   | Herramientas que se usaron  |   |
|--|---|---|---|
| Se determinaron los objetivos de la caracterización y los límites del área | Los límites del área fueron determinados por el propósito y nivel de detalle con el que se pretendió trabajar | Se realizó mediante el uso de mapas que contenían características de caminos, pendientes, ríos (Uso de las TIC – Google maps, Google Earth Pro) |   |
| Se recolectaron datos físicos, ecológicos y socioeconómicos                | Ámbito  | <b>Factores</b><br><b>Formas de uso de la tierra</b><br><b>Clima:</b><br>Precipitación, época seca.   | <b>Ecológicos:</b> Clima, topografía, suelos y vegetación   |
|  | Región  | <b>Temperatura media anual</b><br><b>Suelos:</b><br>Problemas de erosión, ángulo de las pendientes<br><b>Cultivos</b>                           | <b>Socio económicos:</b><br>Población humana - Precios, mercado.<br><br>Infraestructura vial/Mapas.<br><br>Ministerio de Agricultura, |

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



## Fincas visitadas

**principales de la región:** Precios de los principales productos  
**Historia del uso de la tierra** Tipo de tenencia de la tierra, tamaño de fincas  
**Mercados** (precios, mano de obra, maquinaria, insumos).  
**Infraestructura** (carreteras, electricidad, agua, comunicaciones, edificios)  
 Disponibilidad y distribución del trabajo a lo largo del año  
 Organización y estructura de la comunidad  
 Objetivos y necesidades de los agricultores  
 Recursos disponibles  
 Percepciones, preferencias, metas de los agricultores.  
 Mano de obra  
 Recursos disponibles  
 Tenencia de la tierra  
 Tenencia de los árboles  
 Objetivos, necesidades, metas, preferencias, percepciones del agricultor  
 Alimentación de la familia; consumo de productos de la finca.  
 Riesgo, incertidumbre  
 Otros negocios y fuentes de ingresos  
 Fuentes de energía  
 Historia de la finca  
 Tipo de suelos

aéreas, Institutos Geográficos Mapas, Jardín Botánico José Celestino Mutis

Empresas particulares

Ministerio de Construcción y Transporte

Ministerio de Agricultura, Publicaciones universitarias, Estudios de agencias de desarrollo, Institutos de investigación, gremios de ingenieros agrónomos, biólogos y forestales.  
 Fundación Natura

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p><b>Terreno cedido por la Alcaldía de Chipaque - Cundinamarca</b></p> <p>Suelos Plagas y enfermedades, Especies utilizadas, diseño. Manejo.</p>   |   |
| <p><b>Se recopilaron datos sobre las características de los árboles nativos existentes</b></p> <p><b>Se distinguieron los problemas, necesidades y oportunidades existentes en el área.</b></p> | <p><b>Componente</b></p> <p>Especies y sus interacciones<br/>Diseño y manejo</p> <p>Se eligieron sólo aquellas fuentes que contenían información específica para el caso investigado; asimismo, se tuvo en cuenta la precisión, la confiabilidad y fecha de los datos.</p> <p>Se considero la manera en que las prácticas afectan la calidad del suelo, o sea, si tenían a degradarlo, o, por el contrario, a aumentar su fertilidad.</p> | <p>Mediante el uso de técnicas para recolectar la información: conversaciones informales, observaciones, entrevistas y cuestionarios a los dueños de las fincas visitadas.</p> <p>Se definieron objetivos que incluían modificaciones de sistemas existentes, en lugar de realizar innovaciones totales; esto permitió intentar resolver los problemas de más realista y con mayor probabilidad de aceptación por parte de los agricultores.</p>  |
| <p><b>Se analizaron los datos anteriores, con el propósito de diseñar de manera adecuada el arboretum para el IEDR Cerezos Grandes.</b></p>   | <p>Funciones del Arboretum</p> <p>Ubicación</p> <p>Componentes del sistema</p> <p>Formas del sistema mediante</p> <p>Manejo del sistema</p>   | <p>Dentro de sus funciones está el ser una colección de especies forestales nativas en vivo del municipio de Chipaque que enseñe los usos adecuados de cada especie.</p> <p>Municipio: Chipaque – Cundinamarca<br/>Vereda: Cerezos Grandes</p> <p>Combinaciones de especies de árboles nativos más importantes para el municipio.</p> <p>Plantación: Tresbolillo<br/>Parcelado: 6 (Entrada, 3 secciones de acuerdo con el uso, área de expansión y espacio para la huerta del colegio)<br/>Modo de establecimiento (métodos de plantación, calendario), asignación de responsabilidades (¿quién será responsable, y cómo se manejará el sistema?), necesidades y costos (insumos, mano de obra, etc.)</p> |
| <p><b>Fuente:</b></p>   | <p>Mendieta, M. y Rocha, L. (2007). Planeamiento de sistemas agroforestales. En Universidad Nacional Agraria, Sistemas Agroforestales. (pp 79-90). Managua, Nicaragua.</p>  |   |

Elaboró: Ángela Castro a partir de información secundaria

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### RESULTADOS PARCIALES

#### **Identificación de las especies forestales nativas de mayor importancia para la comunidad estudiantil desde los puntos de vista ecológico, social y económico.**

A. Con base a la información secundaria se presenta una lista de especies arbóreas nativas, basada en documentos de la Universidad Nacional de Colombia, la Pontificia Universidad Javeriana y la Corporación Autónoma Regional del Cauca.

**Tabla 3.** Lista de especies forestales con base a la información secundaria.

| N° | Nombre científico                    | Nombre común               |
|----|--------------------------------------|----------------------------|
| 1  | <i>Abatia parviflora</i>             | Duraznillo                 |
| 2  | <i>Aiouea dubia</i>                  | Amarillo                   |
| 3  | <i>Alnus acuminata</i>               | Aliso                      |
| 4  | <i>Axinaea macrophylla</i>           | Tuno rojo                  |
| 5  | <i>Bocconia frutescens</i>           | Trompeto                   |
| 6  | <i>Cedrela montana</i>               | Cedro                      |
| 7  | <i>Clusia multiflora</i>             | Gaque                      |
| 8  | <i>Cordia cylindrostachya</i>        | Salvio negro, gomo         |
| 9  | <i>Critoniopsis bogotana</i>         | Amarguero amarillo         |
| 10 | <i>Croton bogotanus</i>              | Sangregado de hoja pequeña |
| 11 | <i>Daphnopsis caracasana</i>         | Uné                        |
| 12 | <i>Diplostephium rosmarinifolius</i> | Romero de páramo           |
| 13 | <i>Dodonaea viscosa</i>              | Hayuelo                    |
| 14 | <i>Duranta mutisii</i>               | Espino                     |
| 15 | <i>Escallonia myrtilloides</i>       | Rodamonte                  |
| 16 | <i>Ficus andicola</i>                | Caucho                     |
| 17 | <i>Hedyosmum</i>                     | Granizo                    |
| 18 | <i>Hesperomeles goudotiana</i>       | Mortño                     |
| 19 | <i>Juglans neotropica</i>            | Nogal                      |
| 20 | <i>Lippia hirsuta</i>                | Salvio blanco              |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|    |                                  |                                  |
|----|----------------------------------|----------------------------------|
| 21 | <i>Meriania nobilis</i>          | Amarrabollos                     |
| 22 | <i>Miconia squamulosa</i>        | Tuno esmeraldo                   |
| 23 | <i>Morella parvifolia</i>        | Laurel de cera de hojas pequeñas |
| 24 | <i>Morella pubescens</i>         | Laurel de cera de hojas grandes  |
| 25 | <i>Myrcianthes leucoxylla</i>    | Arrayán                          |
| 26 | <i>Myrcianthes rhopaloides</i>   | Arrayán negro                    |
| 27 | <i>Myrsine coriacea</i>          | Cucharo, espadero                |
| 28 | <i>Myrsine guianensis</i>        | Cucharo                          |
| 29 | <i>Ocotea calophylla</i>         | Susca                            |
| 30 | <i>Oreopanax bogotense</i>       | Mano de oso, tres dedos          |
| 31 | <i>Oreopanax floribundus</i>     | Mano de oso                      |
| 32 | <i>Persea mutisii</i>            | Aguacatillo                      |
| 33 | <i>Phyllanthus salviifolius</i>  | Cedrillo                         |
| 34 | <i>Piper bogotense</i>           | Cordoncillo                      |
| 35 | <i>Prunus buxifolia</i>          | Uche, chuguacá                   |
| 36 | <i>Quercus humboldtii</i>        | Roble                            |
| 37 | <i>Retrophyllum rospigliosii</i> | Pino romerón                     |
| 38 | <i>Salix humboldtiana</i>        | Sauce llorón                     |
| 39 | <i>Senna viarum</i>              | Alcaparro grande                 |
| 40 | <i>Smallanthus pyramidalis</i>   | Arboloco                         |
| 41 | <i>Solanum ovalifolium</i>       | Cucubo                           |
| 42 | <i>Styloceras laurifolium</i>    | Naranjillo                       |
| 43 | <i>Tecoma stans</i>              | Floramarrillo                    |
| 44 | <i>Tibouchina lepidota</i>       | Sietecueros                      |
| 45 | <i>Vallea stipularis</i>         | Raque                            |
| 46 | <i>Verbesina crassiramea</i>     | Camargo, arboloco                |
| 47 | <i>Viburnum triphyllum</i>       | Chuque                           |
| 48 | <i>Weinmannia tomentosa</i>      | Encenillo                        |
| 49 | <i>Xylosma spiculifera</i>       | Corono                           |

**Elaboró:** Ángela Castro con datos Universidad Nacional de Colombia, la Pontificia Universidad Javeriana y la Corporación Autónoma Regional del Cauca.

**B.** Durante el inventario a las ocho fincas del municipio de Chipaque visitadas se obtuvo información sobre: nombre común, altura total, altura de fuste, perímetro del fuste, altura de copa, forma de la copa y densidad de follaje. Una vez se obtuvo dicha información, se realizó un sondeo donde se eligieron las especies que

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



predominaban en los ocho predios para posteriormente clasificarlas en nativas y exóticas. Sin embargo, el sondeo no dio el resultado esperado, por lo que se realizó un nuevo inventario donde esta vez se integraron todas las especies de las ocho fincas, bajo la condicional de que solo fueran las especies arbóreas forestales nativas. Obteniendo un total de 43 especies forestales nativas, ordenadas por orden alfabético según su nombre científico, tal como a continuación de exponen:

**Tabla 4.** Sondeo de especies forestales nativas de las ocho fincas visitadas.

| N° | Nombre científico                 | Nombre común          |
|----|-----------------------------------|-----------------------|
| 1  | <i>Abatia parviflora</i>          | Duraznillo            |
| 2  | <i>Aiouea dubia</i>               | Amarillo              |
| 3  | <i>Alnus acuminata</i>            | Aliso                 |
| 4  | <i>Baccharis latifolia</i>        | Chilco                |
| 5  | <i>Befaria resinosa</i>           | Pegamosco             |
| 6  | <i>Buddleja bullata</i>           | Salvio                |
| 7  | <i>Carica pubescens</i>           | Papayuelo             |
| 8  | <i>Cavendishia cordifolia</i>     | Uva de anís           |
| 9  | <i>Cedrela montana</i>            | Cedro de montaña      |
| 10 | <i>Ceroxylon quindiuense</i>      | Palma de cera         |
| 11 | <i>Cestrum buxifolium</i>         | Tinto                 |
| 12 | <i>Citharexylum karstenii</i>     | Hueso                 |
| 13 | <i>Citharexylum subflavescens</i> | Cajeto                |
| 14 | <i>Clusia multiflora</i>          | Gaque                 |
| 15 | <i>Critoniopsis bogotana</i>      | Amarguero amarillo    |
| 16 | <i>Escallonia paniculata</i>      | Tíbar                 |
| 17 | <i>Ficus andicola</i>             | Caucho                |
| 18 | <i>Hesperomeles goudotiana</i>    | Mortiño               |
| 19 | <i>Juglans neotropica</i>         | Nogal                 |
| 20 | <i>Lafoensia acuminata</i>        | Guayacán de Manizález |
| 21 | <i>Meriania macrophyla</i>        | Tuno rosado           |
| 22 | <i>Miconia squamulosa</i>         | Tuno esmeraldo        |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|    |                                  |                    |
|----|----------------------------------|--------------------|
| 23 | <i>Morella parvifolia</i>        | Laurel hojipequeño |
| 24 | <i>Morella pubescens</i>         | Laurel de cera     |
| 25 | <i>Myrcianthes leucoxylo</i>     | Arrayán blanco     |
| 26 | <i>Myrcianthes rhopaloides</i>   | Arrayán guayabo    |
| 27 | <i>Myrsine guianensis</i>        | Cucharó            |
| 28 | <i>Ocotea calophylla</i>         | Susca              |
| 29 | <i>Oreopanax bogotensis</i>      | Higuerón           |
| 30 | <i>Oreopanax floribundus</i>     | Mano de oso        |
| 31 | <i>Phyllanthus salviifolius</i>  | Cedrillo           |
| 32 | <i>Piper bogotense</i>           | Cordoncillo        |
| 33 | <i>Quercus humboldtii</i>        | Roble              |
| 34 | <i>Retrophyllum rospigliosii</i> | Pino romerón       |
| 35 | <i>Salix humboldtiana</i>        | Sauce llorón       |
| 36 | <i>Senna viarum</i>              | Alcaparro grande   |
| 37 | <i>Smalanthus pyramidalis</i>    | Arboloco           |
| 38 | <i>Solanum ovalifolium</i>       | Cucubo             |
| 39 | <i>Tecoma stans</i>              | Floramarillo       |
| 40 | <i>Tibouchina lepidota</i>       | Sietecueros        |
| 41 | <i>Vallea stipularis</i>         | Raque              |
| 42 | <i>Weinmannia balbisiana</i>     | Encenillo negro    |
| 43 | <i>Weinmannia tomentosa</i>      | Encenillo          |

**Elaboró:** Ángela Castro a partir de Trabajo de campo y datos Fundación Natura – UNAD

- C.** Como se obtuvo un resultado más favorable, se procedió a confrontar, sintetizar y consolidar la información secundaria con la lista obtenida tras el análisis de la información recolectada en campo, descartando las especies que:
- A pesar de ser nativas no se desarrollan de manera adecuada bajo las condiciones climáticas de la Vereda Cerezos Grandes del municipio de Chipaque – Cundinamarca por sus respectivos requerimientos específicos.
  - No es posible encontrar información que pueda ser debidamente justificada o sustentada sobre la especie en cuestión.
- D.** Finalmente, basada en los usos y desde los puntos de vista ecológico, social y económico, se generó una lista de las especies nativas a emplear para el proyecto, de

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



acuerdo con las características ambientales del terreno y los requerimientos para su correcto desarrollo. Están divididas en tres grupos ya que en su mayoría son árboles de uso múltiple, cabe aclarar que para una mejor referencia del uso o usos específicos de cada especie se encuentran las respectivas fichas informativas.

**Tabla 5.** Clasificación de las especies arbóreas nativas de acuerdo con los puntos de vista ecológico, social y económico.

| <b>Punto<br/>Uso</b>                         | <b>Ecológico<br/>Especies</b>      |
|--|------------------------------------|
| Restauración ecológica                       | - <i>Abatia parviflora</i>         |
| Especies melíferas                           | - <i>Alnus acuminata</i>           |
| Protección de fuentes hídricas               | - <i>Ficus andicola</i>            |
| Recuperación de suelos                       | - <i>Myrcianthes rhopaloides</i>   |
| Alimento de avifauna                         | - <i>Oreopanax floribundum</i>     |
| Sombrío para cultivos                        | - <i>Piper bogotense</i>           |
|  | - <i>Smallanthus pyramidalis</i>   |
|  | - <i>Tibouchina lepidota</i>       |
| <b>Punto<br/>Uso</b>                         | <b>Social<br/>Especies</b>         |
| Especies ornamentales                        | - <i>Escallonia myrtilloides</i>   |
| Especies medicinales                         | - <i>Dodonaea viscosa</i>          |
| Actividades culturales (Ej.: Laurel de cera) | - <i>Meriania nobilis</i>          |
| Delimitación de predios                      | - <i>Retrophyllum rospigliosii</i> |
|  | - <i>Solanum ovalifolium</i>       |
|  | - <i>Morella pubescens</i>         |
|  | - <i>Myrcianthes leucoxylla</i>    |
|  | - <i>Phyllanthus salvifolius</i>   |
|  | - <i>Vaccinium meridionale</i>     |
|  | - <i>Vallea stipularis</i>         |
| <b>Punto<br/>Uso</b>                         | <b>Económico<br/>Especies</b>      |
| Especies maderables                          | - <i>Cedrela montana</i>           |
| Combustible (leña)                           | - <i>Clusia multiflora</i>         |
| Industriales                                 | - <i>Juglans neotropica</i>        |
| Artesanales                                  | - <i>Myrsine guianensis</i>        |
| Cercas vivas                                 | - <i>Oreopanax bogotensis</i>      |
| Rompe vientos                                | - <i>Quercus humboldtii</i>        |
| Forrajeras                                   | - <i>Salix humboldtiana</i>        |

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



- *Senna viarum*
- *Tecoma stans*
- *Weinmannia tomentosa*

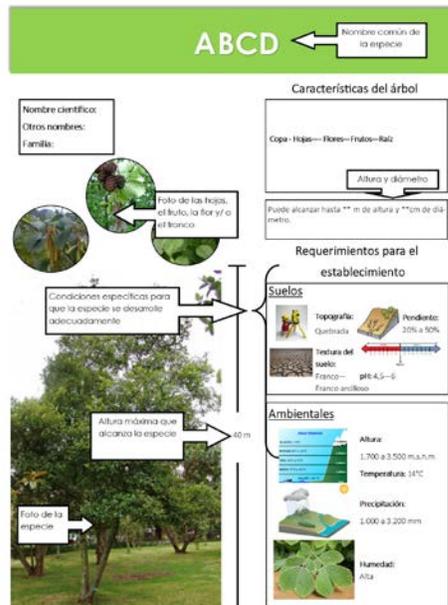
Elaboró: Ángela Castro a partir de trabajo de campo e información secundaria

### Definición de estrategias para el registro, caracterización y seguimiento de los individuos forestales nativos incluidos en el arboretum.

Adelantando el proceso que posteriormente permitirá el registro, caracterización y seguimiento de los individuos forestales nativos incluidos en el diseño del arboretum para el IEDR Cerezos Grandes del municipio de Chipaque – Cundinamarca, se crearon varios bocetos:

#### A. Fichas informativas

- ♣ Propósito: Brindar información general sobre la especie.
- ♣ Ubicación: Pueden encontrarse en la biblioteca del IEDR Cerezos Grandes con copia en la Alcaldía del municipio de Chipaque – Cundinamarca.
- ♣ Especificaciones: Están elaboradas en tamaño carta, se espera que sean en papel bond de 65 gramos y debidamente plastificadas para su mayor durabilidad. Se imprime a dos caras y full color para una mejor comprensión.
- ♣ Descripción:

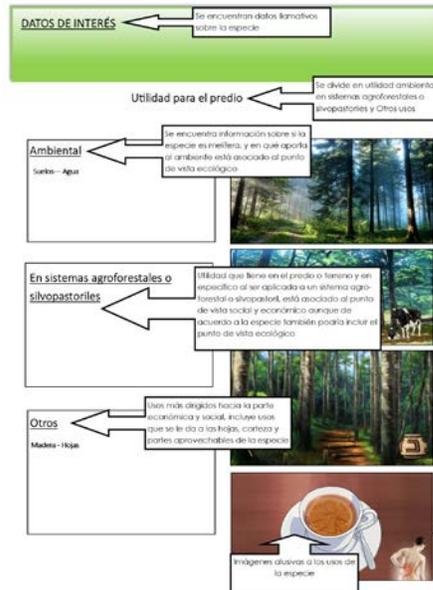


**Imagen 3.** Descripción ficha identificación de especies para el diseño del Arboretum del colegio Cerezos Grandes – Lado A .

Elaboró: Ángela Castro con Programa Publisher 2016

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Imagen 3.1.** Descripción ficha identificación de especies para el diseño del Arboretum del colegio Cerezos Grandes – Lado A.

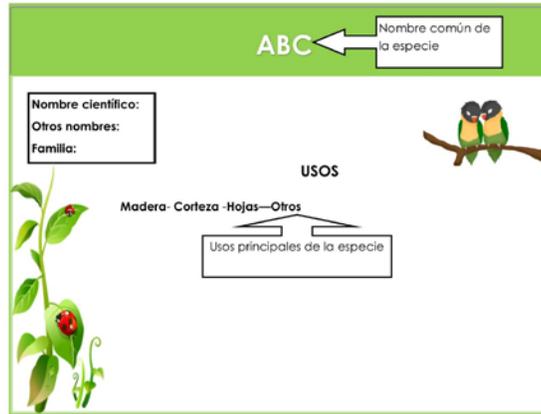
**Elaboró:** Ángela Castro con Programa Publisher 2016

### B. Placas de identificación

- ♣ Propósito: Brindar información básica de la especie a los visitantes del arboretum
- ♣ Ubicación: Se ubicarán frente a la especie arbórea respectiva
- ♣ Especificaciones: Están elaboradas en tamaño media carta, se espera que sean en plástico de alta durabilidad. A full color para una mejor comprensión e identificación de la especie. Fijadas con una barra de 2 mm en acero inoxidable que se entierra frente a la especie nativa.
- ♣ Descripción:

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Imagen 4.** Descripción placa identificación de especies para el diseño del Arboretum del colegio Cerezos Grandes **Elaboró:** Ángela Castro con Programa Publisher 2016

### C. Rótulos

- ♣ Propósito: Su objetivo es darle a cada árbol un código que lo identifique y facilite la ubicación de cada uno de los individuos que van a hacer parte del arboretum.
- ♣ Ubicación: Deben ser colocados a una altura aproximada de 1.70 m del árbol y que la cara sea visible en todo momento.
- ♣ Especificaciones: Tamaño aproximado de 12 cm de largo por 4 cm de ancho, se espera que sean en metal o acero inoxidable para su mayor durabilidad. Las letras y números deben ir claros, se pega al tronco del árbol con remaches para evitar la pérdida del rótulo.
- ♣ Descripción:



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Imagen 5.** Descripción rótulo identificación de especies para el diseño del Arboretum del colegio Cerezos Grandes.

**Elaboró:** Ángela Castro con Programa Publisher 2016



**Imagen 5.1.** Rótulo identificación de especies para el diseño del Arboretum del colegio Cerezos Grandes

**Elaboró:** Ángela Castro con Programa Publisher 2016

#### D. Fichas de seguimiento

- ♣ Propósito: Llevar el adecuado seguimiento de cada especie del arboretum
- ♣ Ubicación: A cargo de la persona que se encargue del arboretum
- ♣ Especificaciones: Están elaboradas en tamaño carta, se espera que sean en papel bond de 65 gramos. Se imprime a dos caras y full color para una mejor comprensión.

- ♣ Descripción:

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**FICHA DE SEGUIMIENTO ARBORETUM IEDR CEREZOS GRANDES**

Fecha  DD  MM  AAAA

Nombre de quien realiza el seguimiento

Nombre de la especie

Rótulo

Selecione las acciones realizadas (Marque con una X según corresponda)

Aspectos referentes a las Buenas Prácticas Agrícolas, tales como:

Siembra  Riego  Fertilización  Poda  Control fitosanitario  Otro

¿Cuál?

Aspectos referentes al Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, tales como:

**Prevención**

Inspección / control de poda  Manejo responsable del suelo  Manejo responsable del agua (Sistema de riego)  Almacenamiento y trato adecuado de las herramientas  Seguimiento del estado del árbol  Otro

¿Cuál?

**Imagen 6.** Descripción registro información de especies para el diseño del Arboretum del colegio Cerezos Grandes Lado A. **Elaboró:** Ángela Castro con Programa Publisher 2016

**Monitoreo**

Verificación presencia de insectos  Verificación presencia de enfermedades  Verificación presencia de anomalías  Otro

¿Cuál?

**Intervención**

Control cultural y físico  Control ecológico  Control biológico  Control químico  Otro

¿Cuál?

**Tratamientos (Incluir nombre de los productos usados y su dosis)**

Espacio para colocar los tratamientos, nombre del producto, lote y dosis

**Observaciones**

Se crea para colocar observaciones como el estado de las hojas, tronco o algún tratamiento que deba seguirse, entre otros aspectos.

**Imagen 6.1.** Descripción registro información de especies para el diseño del Arboretum del colegio Cerezos Grandes Lado B.

**Elaboró:** Ángela Castro con Programa Publisher 2016

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### Diseño del arboretum para el Colegio Cerezos Grandes con base en las especies identificadas y las características del sitio.

**Ubicación:** El arboretum del IEDR Cerezos Grandes fue diseñado para estar ubicado en el municipio de Chipaque – Cundinamarca, en la Vereda Cerezos Grandes.



**Imagen 7.** Mapa diseño Arboretum IEDR Cerezos Grandes, municipio de Chipaque – Cundinamarca

**Elaboró:** Ángela Castro con Programa Google Earth pro

- **Caracterización del terreno:** Chipaque es un conjunto de rocas formadas en el Cretácico, constituida por lodolitas negras con intercalaciones esporádicas de caliza; en su parte superior se presentan areniscas cuarzosas de color gris claro a gris oscuro y esporádicos niveles de carbón. (CIAT, 2000)

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Tabla 6.** Características del suelo Vereda Cerezos Grandes.

| <b>Características del suelo Vereda Cerezos Grandes</b> |                         |                          |                               |
|---|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <b>Por: Angela Castro</b>                               |                         |                          |                               |
| <b>Pendiente</b>  | 21%                     | <b>Pedregosidad</b>      | 40%                           |
| <b>Profundidad</b>                                      | 120 cm aprox.           | <b>Presencia de agua</b> | Nacadero de agua no abundante |
| <b>Textura</b>  | Franco limoso arcilloso | <b>pH</b>                | 5.0 – 7.0                     |

**Elaboró:** Ángela Castro, con Trabajo de campo e Información secundaria

- **Normatividad aplicable al diseño del arboretum.**

**A. En consenso con el PARE del IEDR Cerezos Grandes:** De acuerdo con el proyecto que se articuló con el PRAE del colegio Cerezos Grandes algunas normas que se comparten son:

- ♣ La constitución de 1991 protege los derechos ambientales, por ello ha sido proclamada por algunos como la constitución ecológica, sobre todo si se tiene en cuenta el número significativo de artículos que mencionan explícitamente los deberes y derechos ambientales de los ciudadanos. En el artículo 67 se establece que: "La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente" y se complementa con el artículo 79: "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que pueden afectar lo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines".

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



- ♣ Ley 99 (Da origen al Ministerio del Medio Ambiente y reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables). Se crea el sistema Nacional ambiental (SINA) y prevé otras disposiciones que modificaron la normatividad ambiental incorporada en el Código Nacional De Recursos Naturales Renovables. Dentro de las modificaciones realizadas surgen varias leyes que contribuyen a fortalecer la gestión ambiental entre ellas la *Ley 134, de participación ciudadana*: Cuyo objeto de ley estatutaria es establecer los mecanismos de participación del pueblo regulando la iniciativa popular legislativa y normativa; la consulta popular del orden nacional, departamental, distrital, municipal y local; la revocatoria del mandato; el plebiscito, el referendo y el cabildo abierto.
- ♣ Ley 388, Plan de Ordenamiento Territorial Municipal y Decretos reglamentarios. Los municipios deberán elaborar un Plan de Ordenamiento Territorial, en el cual deben identificar, valorar y aprovechar sosteniblemente las potencialidades ambientales que les ofrece su territorio a través de acciones de conservación, protección, restauración y desarrollo, siempre en la perspectiva de lograr mejores condiciones de vida para la población en el corto, mediano y largo plazo (Min. Ambiente 1998).
- ♣ Documento Copes 175, una política nacional sobre medio ambiente y desarrollo. Se deriva en principio del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto- ley 2811 de 1974) y de la Constitución Política de 1991, que estableció los derechos y deberes del Estado y de los particulares frente a los recursos culturales y naturales de la nación.

#### **B. Aplicables según las leyes colombianas para la creación de un arboretum**

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



- ♣ Ley 1333 de 2009 (por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones). Artículo 53, disposición final flora silvestre restituidos.
- ♣ Decreto 17/91 de 1996 sobre régimen de aprovechamiento agroforestal

**C. Respecto a las especies catalogadas por el UICN** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza en su lista roja, se incluyen las siguientes especies específicamente:

**Tabla 7.** Clasificación de las especies arbóreas nativas que están amenazadas o en peligro según la UICN.

| Nombre científico                | Nombre común     | Familia       | Estado             |
|----------------------------------|------------------|---------------|--------------------|
| <i>Cedrela montana</i>           | Cedro de montaña | Meliaceae     | Vulnerable         |
| <i>Juglans neotropica</i>        | Nogal            | Juglandaceae  | En peligro         |
| <i>Quercus humboldtii</i>        | Roble            | Fagaceae      | Vulnerable VU A2cd |
| <i>Retrophyllum rospigliosii</i> | Pino romerón     | Podocarpaceae | Casi amenazada     |

**Elaboró:** Ángela Castro a partir del UICN

Para la especie *Quercus humboldtii* (Roble) se tiene en cuenta la ley que cita:

- ♣ Por medio de la Resolución 0316 de 1974 el Inderena estableció la veda indefinida para toda clase de uso o aprovechamiento de las poblaciones silvestres de Roble en todo el territorio nacional, a excepción de los departamentos de Antioquia, Cauca y Nariño, donde autorizó cualquier aprovechamiento que no implicara la obtención de carbón, leña o pulpa. Posteriormente, en la Resolución 1408 del 21 de noviembre de 1975, el Inderena levanta la veda del roble en los municipios de Ospina Pérez, Cabrera, Pandi y San Bernardo en el departamento de

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Cundinamarca. A nivel regional, Corantioquia (Resolución 3183 de 2000), CMDB (Resolución 1986 de 1984), Corpourabá (Resolución 076395 de 1995), Cortolima (Acuerdo 10 de 1983) y Corpocaldas (Resolución 810 de 1996) prohíben su aprovechamiento y vedan su explotación bajo cualquier modalidad. Por otro lado, Carder (Resolución 177 de 1997) veda cualquier aprovechamiento a excepción de plantaciones o rodales.

### Componentes del sistema

Se presentan las especies de árboles nativos más importantes para el municipio de Chipaque - Cundinamarca según la respectiva elección:

**Tabla 8.** Clasificación de las especies arbóreas nativas con su familia

| Nº | Nombre científico                | Nombre común     | Familia         | Altura |
|----|----------------------------------|------------------|-----------------|--------|
| 1  | <i>Abatia parviflora</i>         | Duraznillo       | Salicaceae      | 20 m   |
| 2  | <i>Alnus acuminata</i>           | Aliso            | Betulaceae      | 40 m   |
| 3  | <i>Cedrela montana</i>           | Cedro de montaña | Meliaceae       | 35 m   |
| 4  | <i>Clusia multiflora</i>         | Gaque            | Clusiaceae      | 14 m   |
| 5  | <i>Dodonaea viscosa</i>          | Hayuelo          | Sapindaceae     | 5 m    |
| 6  | <i>Escallonia myrtilloides</i>   | Rodamonte        | Escalloniaceae  | 15 m   |
| 7  | <i>Ficus andicola</i>            | Caucho           | Moraceae        | 20 m   |
| 8  | <i>Juglans neotropica</i>        | Nogal            | Juglandaceae    | 30 m   |
| 9  | <i>Meriania nobilis</i>          | Amarrabollos     | Melastomataceae | 15 m   |
| 10 | <i>Morella pubescens</i>         | Laurel de cera   | Myricaceae      | 4 m    |
| 11 | <i>Myrcianthes leucoxyloides</i> | Arrayán blanco   | Myrtaceae       | 25 m   |
| 12 | <i>Myrcianthes rhopaloides</i>   | Arrayán guayabo  | Myrtaceae       | 15 m   |
| 13 | <i>Myrsine guianensis</i>        | Cucharo          | Myrcinaceae     | 10 m   |
| 14 | <i>Oreopanax bogotensis</i>      | Higuerón         | Araliaceae      | 12 m   |
| 15 | <i>Oreopanax floribundum</i>     | Mano de oso      | Araliaceae      | 25 m   |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|    |                                  |                        |                 |      |
|----|----------------------------------|------------------------|-----------------|------|
| 16 | <i>Phyllanthus salvifolius</i>   | Cedrito de tierra fría | Phyllanthaceae  | 15 m |
| 17 | <i>Piper bogotense</i>           | Cordoncillo            | Piperaceae      | 10 m |
| 18 | <i>Quercus humboldtii</i>        | Roble                  | Fagaceae        | 40 m |
| 19 | <i>Retrophyllum rospigliosii</i> | Pino romerón           | Podocarpaceae   | 45 m |
| 20 | <i>Salix humboldtiana</i>        | Sauce llorón           | Salicaceae      | 25 m |
| 21 | <i>Senna viarum</i>              | Alcaparro grande       | Caesalpinaceae  | 10 m |
| 22 | <i>Smallanthus pyramidalis</i>   | Arboloco               | Asteraceae      | 15 m |
| 23 | <i>Solanum ovalifolium</i>       | Cucubo                 | Solanaceae      | 8 m  |
| 24 | <i>Tecoma stans</i>              | Floramarillo           | Bignoniaceae    | 20 m |
| 25 | <i>Tibouchina lepidota</i>       | Sietecueros            | Melastomataceae | 12 m |
| 26 | <i>Vaccinium meridionale</i>     | Agraz                  | Ericaceae       | 3 m  |
| 27 | <i>Vallea stipularis</i>         | Raque                  | Elaeocarpaceae  | 15 m |
| 28 | <i>Weinmannia tomentosa</i>      | Encenillo              | Cunoniaceae     | 25 m |

Elaboró: Ángela Castro con Trabajo de campo e Información secundaria

### Formas del sistema

Se establecen diferentes distancias de siembra y formas de siembra de acuerdo con el punto del Arboretum que se pretenda establecer, también se incluyen los caminos y tipos de materiales a emplear para los mismos.

#### - Entrada / Salida

Plantación: Cinco hileras

Especie seleccionada: *Dodonea viscosa* (Hayuelo)

Espaciado: 3 m horizontal x 2 m vertical

Cantidad: 25

### Caminos

Material: Gravilla

Descripción: Piedra de río natural gris

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Ancho: 2 m

Largo: 270 m

### - Avisos

Son señalizaciones donde se ve claramente los puntos de entrada y de salida, dejando uno en el centro dedicado a explicar qué es un arboretum (Recomendado más no obligatorio).

Uno por cada fila de *Dodonea viscosa* (Hayuelo)

Distancia: Entre hileras 2.8 m y 1 m entre filas.

### - Punto Ecológico

#### Entrada del punto

Plantación: Una frente a la otra

Especie seleccionada: *Alnus acuminata*

Espaciado: 8.5 m

Cantidad: 2

#### Punto como tal

Plantación: Tresbolillo

Especies seleccionadas:

*Abatia parviflora*

*Ficus andicola*

*Myrcianthes rhopaloides*

*Oreopanax floribundum*

*Piper bogotense*

*Smallanthus pyramidalis*

*Tibouchina lepidota*

Espaciado: 5 m x 5 m

Cantidad: 7 especies

### - Punto Social

#### Entrada del punto

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Plantación: Una frente a la otra

Especie seleccionada: *Retrophyllum rospigliosii*

Espaciado: 8.5 m

Cantidad: 2

### **Punto como tal**

Plantación: Tresbolillo

Especies seleccionadas:

*Escallonia myrtilloides*

*Dodonaea viscosa*

*Meriania nobilis*

*Solanum ovalifolium*

*Morella pubescens*

*Myrcianthes leucoxyla*

*Phyllanthus salvifolius*

*Vaccinium meridionale*

*Vallea stipularis*

Espaciado: 5 m x 5 m

Cantidad: 9

### **- Punto Económico**

### **Entrada del punto**

Plantación: Una frente a la otra

Especie seleccionada: *Cedrela montana*

Espaciado: 8.5 m

Cantidad: 2

### **Punto como tal**

Plantación: Especie más alta y predominante (*Quercus humboldtii*) en el centro, 7 especies restantes alrededor en forma de circunferencia.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Especies seleccionadas:



*Clusia multiflora*  
*Myrsine guianensis*  
*Oreopanax bogotensis*  
***Quercus humboldtii***  
*Salix humboldtiana*  
*Senna viarum*  
*Tecoma stans*  
*Weinmannia tomentosa*

Espaciado: 5 m x 5 m

Cantidad: 8

- **Área de expansión**

**Entrada del punto**

Plantación: Una frente a la otra

Especie seleccionada: *Juglans neotropica*

Espaciado: 8.5 m

Cantidad: 2

- **Huerta**

Plantación: Separadores con especies intercaladas

Especie seleccionada:

*Tecoma stans* (Flor amarillo) – Cantidad: 2

*Tibouchina lepidota* (siete cueros) – Cantidad: 2

Espaciado: 3 m x 3 m

Cantidad: 4

- **Contorno del Arboretum**

Plantación: Barrera rompe vientos en hilera

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Especies seleccionadas: Se manejaron dos especies intercaladas con el fin de establecer diversidad y de esta manera evitar el ataque de insectos plaga:

Tecoma stans (Flor amarillo) – Cantidad: 33

Tibouchina lepidota (siete cueros) – Cantidad: 33

Espaciado: 3 m x 3 m

Cantidad: 66

#### Manejo del sistema

En este apartado se encuentra el paso a paso de cómo llegar a implementar el arboretum además de se mencionan los posibles costos de implementación del mismo.

#### A. Modo de establecimiento

- 1. Preparación del terreno** Una adecuada preparación del terreno donde se establecerá el arboretum es fundamental para la supervivencia y el buen desarrollo de las especies nativas allí establecidas. Al preparar el suelo, se ésta ayudando a eliminar la competencia de las malezas y mullir el suelo, para que el sistema radicular de las plantas pueda profundizar y desarrollarse rápidamente, poniendo a disposición del árbol agua y nutrientes. Se debe evitar realizar esta labor cuando existe un exceso de humedad en el suelo, ya que se podría compactar el suelo.
- 2. Cavar el hoyo de plantación** Es bueno hacerlo con antelación, si puede ser dos meses antes de plantar, ya que con el tiempo mejoran las propiedades de la tierra. El hoyo deberá ser lo suficientemente profundo y ancho para proporcionar a la planta suficiente tierra removida que facilite el arraigo inicial y acumule la humedad necesaria para que las nuevas raíces se establezcan. Se recomienda que los hoyos de plantación tengan unas dimensiones de 40 x 40 x 40 cm y que la tierra extraída se devuelva al hoyo libre de piedras, raíces, palos, etc., procurando que esté lo más suelta posible.
- 3. Momento de plantar las especies forestales nativas** El arbolito puede venir del vivero con su cepellón o con la raíz desnuda. Es más aconsejable utilizar plantas

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



con cepellón ya que este proporciona una pequeña reserva de nutrientes y de agua.

Se recomienda:

- Antes de plantar es importante humedecer bien el cepellón, por lo que se puede sumergir brevemente en agua. Esto actuará de reserva hídrica.
- En el hoyo de plantación, que estará relleno de tierra suelta y removida, se abre un pequeño agujero en el que se introduce el cepellón o la raíz, de manera que la planta quede totalmente recta, apretando la tierra de alrededor de la planta primero con el puño y posteriormente con el pie, cuidando que no queden bolsas de aire alrededor del cepellón.
- Es muy importante que el pequeño arbolito quede enterrado justo hasta el cuello de la raíz.

**4. Abonado** El abono no debe tocar la raíz, para eso hay que disponerlo a unos 20 cm de la planta y un poco enterrados. Se recomienda:

- Abono de liberación lenta tipo 8:24:16.
- Como máximo unos 50 -75 gramos por planta.

**5. Protección de los árboles plantados** Un buen sistema es la protección individual con rejilla o maya de aproximadamente un metro apoyado con un tutor si el árbol es “delgado” o 3 postes en forma de triángulo de ser el árbol más grueso. Sin embargo, para disminuir los costos y gastos no se implementa.

**B. Asignación de responsabilidades** El Arboretum será manejado por el Colegio IEDR Cerezos Grandes como parte de su articulación con el PRAE, la idea igualmente es que se cuente con el seguimiento profesional en las determinadas fases y cuidados del mismo, para evitar lesiones a los individuos arbóreos.

#### Profesionales sugeridos

- Ingeniero agrónomo o agroforestal

**C. Manejo del sistema** A continuación, se dan las pautas para un buen manejo del arboretum:

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### 1. El manejo del recurso hídrico dentro del arboretum, es decir, el sistema de riego.

**Sistema de riego elegido:** Por goteo

**Fundamentación:** Durante el recorrido por el terreno cedido por la Alcaldía del municipio de Chipaque – Cundinamarca, Vereda Cerezos Grandes se observa un nacedero de agua del cual se beneficiarán futuras especies seleccionadas para el diseño del arboretum. De igual manera y pensando en que la comunidad Cerezana no cuenta con un sistema de alcantarillado en la zona y el líquido vital en sí es escaso, además de no tener recursos económicos que permitan el mantenimiento adecuado de un sistema de riego mecanizado, se creó la propuesta de implementar un sistema de riego artesanal de bajo costo donde los estudiantes, cuerpo docente y padres de familia serán los encargados de vigilar su correcto funcionamiento evitando que el componente arbóreo llegue a sufrir daños.

#### **Implementos necesarios:**

- ♣ 106 botellas de 2 litros plásticas
- ♣ 106 botellas de 5 litros plásticas
- ♣ Clavo o taladro
- ♣ Broca
- ♣ Cuchillo dentado o tijeras con punta

#### **Procedimiento:**

1. Se retira la tapa de la botella y se le realizan 5 huecos medianos con ayuda del clavo o del taladro y la broca. (Es importante tener la supervisión de un adulto responsable para evitar lesiones).
2. Se tapa nuevamente la botella.
3. Se corta la parte inferior de la botella a una medida de 3 cm o bien por donde inicia la línea moldeada.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



4. Realizar un hoyo en la tierra entre 15 a 18 cm de profundidad procurando quedar a una distancia pertinente del tronco del árbol.
5. Con cuidado de no dañar el sistema radicular se pone la botella dentro del hoyo por la parte de la tapa donde anteriormente se realizaron los 5 huecos.
6. Se asegura la botella con un poco de tierra para que quede firme, y por la parte trasera, a la cual se le quitaron los 3 cm previamente es por donde todas las mañanas se van a regar los árboles.
7. Para liberar de obstrucciones el sistema de riego artesanal es necesario poner sobre la botella de 2 litros que está en el suelo la mitad de la botella de cinco litros (Parte que tiene la tapa).
8. Cada árbol tendrá 2 botellas, las cuales se instalan una a cada lado del tronco, de esta forma en temporadas de sequía el árbol mantendrá su hidratación sin verse afectado.

### **Beneficios y aportes al ambiente:**

En el interior de la botella se produce un efecto invernadero, elevando la temperatura del aire y provocando que el agua del depósito se evapore. El aire del interior de la campana se satura de humedad con lo que se producen condensaciones en forma de gotas en la pared. Las que se deslizan por las paredes y caen sobre la tierra regándola. De esta manera se reproduce el ciclo natural del agua en pequeña escala. (E verde, 2012)

La técnica del goteo solar funciona de manera muy similar a como lo hacen los destiladores solares, aprovechando la energía del sol para evaporar el agua de una zona y mediante la forma del ingenio dirigirla hacia donde interesa, y en este caso, redireccionarla al suelo para que las plantas de su alrededor puedan captarla a través de sus raíces (E verde, 2012)

### **2. BPA (Buenas Prácticas Agrícolas)**

**A. Rastreabilidad:** El Diseño del Arboretum cuenta con un sistema de identificación de cada especie en el que se puede mantener un control determinado de acuerdo con las necesidades de cada especie, consta entonces de: fichas informativas, placas de identificación, rótulos y la respectiva ficha de seguimiento.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



- B. Material de siembra:** Dicho material vegetal será provisto por un vivero el cual debe contar con las respectivas normas ICA, que garanticen el buen estado de los árboles como se menciona anteriormente.
- C. Manejo del arboretum:** Se dejan establecidas ciertas pautas y recomendaciones para el buen manejo y mantenimiento del mismo. La idea es que sea cuidado por la comunidad Cerezana, como fuente de información en vivo, favoreciendo el aprendizaje, la conservación y el buen uso y manejo de las especies forestales nativas del municipio de Chipaque – Cundinamarca.
- D. Gestión del suelo:** Manejar de manera adecuada la mejor manera de despejar el terreno o desbrozar la vegetación que pueda crear competencia a los pequeños arbolitos en su entorno inmediato durante los primeros años.
- E. Fertilización:** Se elije la fertiirrigación por ser un método más sencillo. La fertiirrigación es una técnica de aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los árboles. Resulta un método de gran importancia en cultivos regados mediante sistemas de riego localizado (goteo), aunque también se usa, en menor medida, en sistemas de riego por aspersión (equipos pivote y cobertura total).

### Requisitos que deben cumplir

- **Solubilidad:** interesa disponer de productos de alta solubilidad, teniendo en cuenta la compatibilidad con otros abonos y con la propia agua de riego.
- **Pureza:** hay que utilizar productos con la mayor pureza posible, pues las sales a veces contienen materias inertes que pueden producir reacciones imprevisibles, e incluso provocar obturaciones en los sistemas de riego.
- **Salinidad y toxicidad:** al calcular la dosis no se deben superar los valores admisibles de salinidad. Igualmente ocurre respecto a la toxicidad de ciertos iones.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**F. Riego:** La aplicación de riego se realiza con el fin de mantener la tierra húmeda, pero sin llegar a sobresaturar los árboles a tal punto que se presenten pudriciones de raíz por ausencia de oxígeno. El riego está condicionado por aspectos como:

- ♣ **El régimen de lluvias:** En épocas lluviosas se suspende el riego, por cuanto la lluvia aporta la cantidad de agua necesaria para mantener húmedo el suelo.
- ♣ **La evapotranspiración:** Los días con mayor calor aumentan la tasa de evapotranspiración de las plantas acelerando los procesos fisiológicos y exigiendo un mayor consumo de agua, por lo que las especies necesitan mayor riego.
- ♣ **El tamaño de las plantas:** A medida que las plantas van creciendo se hacen más exigentes en el consumo de agua. Es necesario saber dosificar la cantidad a medida que las especies vayan creciendo.

**G. Protección de los árboles:** El arboretum necesita de cuidados constantes para evitar cierto tipo de daños, dentro de los cuales se encuentran:

- ♣ **Daños físicos** (suelos compactados, inundación, factores climáticos adversos),
- ♣ **Daños químicos** (contaminación del suelo, residuos de plaguicidas en los frutos)
- ♣ **Daños biológicos** (plagas, enfermedades y malas hierbas)

**H. Salud, seguridad y bienestar de quienes cuidan el arboretum:** Las actividades de mantenimiento del arboretum presentan riesgos de accidentes y enfermedades, si no se realizan con precaución, por tal razón se dan a conocer los principales clases y causas de accidentes:

- ♣ **Clases de accidentes:**
  - Colisión.
  - Golpe.
  - Prensado.
  - Caídas.
  - Resbalamientos.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



- Exposición a temperaturas extremas.
- Inhalación o ingestión de sustancias tóxicas.
- Contacto con corriente eléctrica.

### ♣ Causas de los accidentes.

- Actos inseguros.
- Defectos físicos (Ej.: mala visión)
- Fatiga
- Desadaptación por falta de actividad.
- Falta de sueño
- Desentrenamiento (entre el operario y la máquina debe haber una complementación.)
- Proceso mecánico o químico peligroso.

**I. Gestión de residuos y agentes contaminantes:** Las medidas sanitarias (de aseo) permiten eliminar, reducir o evitar la dispersión del patógeno en el arboretum. Realizando las siguientes pautas:

- El corte de hojas, frutos, ramas o de cualquier otra parte vegetal; también se conoce como poda fitosanitaria.
- El material cortado se puede enterrar, quemar o destruir adecuadamente.
- El saneamiento se realiza también mediante la limpieza y desinfección de herramientas, equipos y maquinaria agrícolas y, en lugares de almacenamiento o depósito.

**3. MIPE (Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades)** Se recomienda la implementación del MIPE o manejo integrado de plagas y enfermedades, ya que es una combinación de varias medidas de control. Antes de tomar dichas medidas, es fundamental observar la situación inicial del diseño del arboretum para mantener la sanidad vegetal desde el punto de vista de la prevención de enfermedades y plagas. Es

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



decir, la preparación del suelo, abonamiento, riego y drenaje, entre otros aspectos. Se sugiere la aplicación de las tres etapas: prevención, observación y control. En otras palabras:

**A. Prevención:** Para esta parte hay que tener en cuenta los principios básicos del MIPE<sup>2</sup>, los cuales son:

- **Exclusión:** La exclusión busca prevenir prioritariamente la entrada de las plagas a los campos de cultivo.
- **Supresión:** La supresión se refiere al intento de suprimir las plagas por debajo de los niveles a los cuales ellas podrían causar daños económicos.
- **Erradicación:** La erradicación pretende la entera eliminación de una plaga determinada.
- **Plantas resistentes:** La creación de plantas resistentes señala el esfuerzo por desarrollar variedades sanas y vigorosas que serán resistentes a determinada plaga. Dichos factores ayudarán a prever cuando el arboretum no se encuentra amenazado y a manejar cuando el cultivo ya está amenazado, evitando así aparición de nuevas amenazas y controlando el uso excesivo de plaguicidas y químicos que pueden llegar a ser dañinos no solo para el suelo, sino también para la salud humana.

#### B. Observación (Monitoreo)

**Tabla 9.** MIPE - Monitoreo

| <b>El monitoreo</b><br><b>Por: Angela Castro</b>                            |   |
|---|---|
| <b>Cómo se hace...</b>  |   |
| Existen varios métodos para realizar el monitoreo, entre ellas encontramos: |   |
| <b>Estimación<br/>relativa de la<br/>densidad</b>                           | No tiene relación directa con una estructura de la planta o área afectada. Se refiere a monitoreo en trampas, capturas o conteo de individuos en un tiempo dado. En general este tipo de monitoreo es menos costoso y más fácil de usar que la mayoría de las estimaciones absolutas, sin embargo, de acuerdo con Yano (2004), no provee de una estimación real de la cuantificación de la plaga y tiende a ser menos exacto. Este muestreo puede estar influenciado por factores adicionales a la densidad de la plaga presente, como el lugar donde se han colocado las trampas o las condiciones |

<sup>2</sup> Extraído de: Giraldo Ávila Guillermo (2003). Manejo integrado de plagas

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|  |   |
|--|---|
|  | ambientales, como la velocidad y dirección del viento, entre otras.   |
| <b>Estimación absoluta de la densidad</b>  | Considera el muestreo de individuos en una unidad de área o hábitat. Se realiza observando el número de individuos de un insecto o ácaro (frecuencia de la plaga), en una estructura (hojas, frutos, yemas, flores, ramillas), o a través de la observación de la presencia o ausencia de los individuos (ocurrencia de la plaga).  |
| <b>Indicios de la población</b>  | Referidos al daño físico, presencia de exuvias, “momias” (chanchitos parasitados), mielecilla u otros efectos causados por los insectos y ácaros que podrían servir para estimar a través de regresión (relación entre dos factores), la abundancia de la población. Sin embargo, en general no es un método preciso y en muchos casos puede inducir a errores, como por ejemplo tratar de estimar la intensidad del ataque de áfidos a través del enrollamiento de los brotes, ya que, a pesar de ser un indicio de la plaga, es probable que no se encuentren vivos o estén siendo controlados por sus enemigos naturales. Los indicios de la población son útiles sin embargo cuando se utilizan para determinar el daño de una plaga o el efecto de los enemigos naturales, teniendo especial cuidado de no confundir el daño realizado por un artrópodo del síntoma de un efecto mecánico, deficiencia u otro. |
| <b>Monitoreo en estaciones o grupos de plantas</b>   | Marcadas y homogéneamente distribuidas en el cuartel, lo que permitirá realizar un seguimiento de la fluctuación de las plagas a través del tiempo y detectar la respuesta de las plagas y sus enemigos naturales a un determinado manejo, evento climático y fenología de la planta  |
| <b>Monitoreos al azar</b>  | Con el fin de detectar tempranamente la presencia de una nueva zona de ataque (foco) dentro de la unidad productiva. En el caso de localizar un foco de plaga, se debe monitorear por separado y analizar los datos en forma independiente. La densidad de la plaga observada tanto en el foco, como en las estaciones refleja sólo cada situación en particular, afectando la toma de decisiones. De la misma forma, las medidas de manejo aplicadas se evalúan separadamente permitiendo seguir con mayor precisión la evolución de la plaga. Es necesario continuar con el monitoreo focalizado hasta que los valores medios obtenidos en el foco se asemejen a los del resto del cuartel, especialmente si fueron tomadas medidas de manejo diferentes.   |
| <b>Bibliografía</b>  |   |
| Larral P. y Ripa R (2004). Monitoreo de plagas y registros. Disponible en: <a href="http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_03.pdf">http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_03.pdf</a> |   |
| Ortiz M. Rosalba. (2009). Modulo Sanidad Agroforestal UNAD.  |   |

**Elaboró:** Angela Castro a partir de información secundaria

**C. Control:** El control en el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) es una estrategia que involucra una serie técnicas (físicas, mecánicas, químicas, biológicas, genéticas, legales y culturales) complementarias entre sí, que buscan controlar de forma efectiva las plagas y enfermedades. A continuación, se muestran algunos ejemplos que se pueden llegar a dar:

### ♣ Plagas

**Tabla 10.** MIPE – Control de plagas 1

|   |
|---|
| <b>Cochinilla harinosa: (Dysmicoccus brevipes (Cochinilla rosada), Dysmicoccus neobrevipes (Cochinilla gris))</b> |
| <b>Métodos de control</b>   |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procurar una adecuada preparación de terreno para reducir la presencia de colonias de hormigas.</li> <li>- Realizar monitoreo de las poblaciones de hormigas, en callejones y alrededores de los lotes de siembra.</li> <li>- Para el monitoreo se utiliza pequeñas cantidades de cebo colocadas en vasos plásticos.</li> <li>- Para el control de la hormiga se realizan la aplicación de cebos como las moléculas hidrometilnona y octaborato de sodio.</li> <li>- Realizar una adecuada selección de áreas para semilleros, en los que no exista presencia de la plaga.</li> <li>- La desinfección del material de siembra por inmersión se realiza usualmente con el insecticida Diazinón.</li> <li>- Se ha probado la utilización de cepas del hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> con buenos resultados para el control de adultos de la cochinilla.</li> <li>- Mantener limpio de malezas los alrededores de la plantación para prevenir la presencia de colonias de hormigas.</li> <li>- Monitoreo de la población de cochinillas en plantación y en frutas, para definir aplicaciones no programadas.</li> </ul> |
| <b>Bibliografía</b>   |
| Gullan, P; Martín, J. (2003). Sternorrhyncha (jumping plant lice, whiteflies, aphids, and scale insects). Annual Review of Entomology, 42:23-50.  |

**Elaboró:** Ángela Castro a partir de información secundaria

**Tabla 11.** MIPE – Control de plagas 2

|   |
|---|
| <b>Descortezadores</b>  |
| <b>Métodos de control</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control mecánico-físico: Derribo, troceo, descortezado y quema o enterrado o abandono de la corteza, derribo y extracción inmediata o abandono.</li> <li>- Control químico: Derribo, troceo y aplicación de plaguicidas. Aplicación de productos plaguicidas con registro de uso forestal o de productos recomendados por la Secretaría para tratamientos fitosanitarios específicos (en tanto los productos obtienen su registro de uso correspondiente), la aplicación se realizará mediante aspersiones a punto de goteo sobre las raíces.</li> </ul> |
| <b>Bibliografía</b>   |
| Comisión Nacional Forestal (2007). Manual de Sanidad Agroforestal. México. Disponible en: <a href="https://www.gob.mx/conafor">https://www.gob.mx/conafor</a>   |

**Elaboró:** Angela Castro a partir de información secundaria

### ♣ Patógenos

Las enfermedades son provocadas por agentes bióticos que alteran las funciones fisiológicas de las plantas, afectando su normal funcionamiento, reduciendo generalmente los rendimientos y en casos extremos provocándoles la muerte. Los agentes bióticos (vivos)

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



causales de enfermedades son conocidos como patógenos (ejemplo bacterias, hongos, virus, nematodos y fitoplasmas) (Lastres, L., Soza,F., 2009).

**Tabla 12.** MIPE – Agentes patógenos 1.

| <b>Hongos</b>   |
|---|
| <b>Métodos de control</b>   |
| El Control Biológico Aplicado generalmente se implementa de tres formas diferentes o combinaciones de las mismas:<br><u>Conservativo</u> : Consiste en alterar las prácticas culturales en los cultivos para favorecer el desarrollo de los agentes de control biológico natural y sus efectos.<br><u>Aumentativo</u> : Los agentes de control biológico se producen en forma masiva en el laboratorio y se aplican en forma inoculativa o inundativa para destruir las plagas.<br><u>Clásico</u> : Es la fase de aplicación compuesta por el descubrimiento, importación y establecimiento de enemigos naturales exóticos. |
| <b>Bibliografía</b>   |
| Lastres, L., Soza,F. (2009). Manual de Sanidad Vegetal. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 75 p.  |

**Elaboró:** Angela Castro a partir de información secundaria

**Tabla 13.** MIPE – Agentes patógenos 2.

| <b>Nemátodos (Meloidogyne, Rotylenchulus, Helicotylenchus, Pratylenchus y Criconemoides)</b>  |
|---|
| <b>Métodos de control</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar un suelo libre de nemátodos, o al menos con muy bajas poblaciones, realizar una adecuada preparación de terreno y eliminación de material vegetal del ciclo anterior.</li> <li>- Realizar muestreos para determinar niveles de infestación de la población, y tomar medidas correctivas cuando estas poblaciones sean muy altas.</li> <li>- Los umbrales económicos mencionados en la literatura de los principales géneros que afectan el cultivo de piña son: de 1-5 nematodos / 200 ml de suelo para Meloidogyne; para Pratylenchus 1000 nemátodos /10 gr de raíz y para Rotylenchulus de 300-310 nemátodos /250cm<sup>3</sup> de suelo (Hernández, sf).</li> <li>- Eliminar plantas muy afectadas, que presentan marchites y amarillamiento.</li> <li>- La utilización de enmiendas con materia orgánica tiene efectos directos e indirectos sobre las poblaciones de nematodos, al aumentar la actividad de organismos antagónicos como hongos, bacterias y otros.</li> </ul> |
| <b>Bibliografía</b>   |
| Hernández, Raúl. Los nematodos parásitos de la piña. Opciones para su manejo. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ciudad Habana. (en línea)<br><a href="http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5007/cuf0122s.pdf">http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5007/cuf0122s.pdf</a>   |

**Elaboró:** Angela Castro a partir de información secundaria

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

### ♣ Daños climáticos

Tabla 14. MIPE – Daños climáticos



| Agente causal                  | Como se presenta   | Daño causado   | Posibles Controles   |
|--------------------------------|--|--|--|
| <b>Helada por advección</b>    | presentan en una región cuando ésta es "invadida" por una masa de aire frío cuya temperatura es inferior a 0°C   | Las plantas sufren enfriamiento por contacto   | <u>Métodos pasivos:</u><br>Variedades resistentes<br>Sembrar en pendientes especies susceptibles.<br>Evitar el sobre laboreo<br>Suelo libre de malezas<br><u>Métodos activos</u><br>Si es posible inundar el terreno.<br>Cubiertas vegetales.<br>Fogatas a la hora de la helada. |
| <b>Helada por radiación</b>    | Se origina por la pérdida de calor que sufren las plantas y el suelo y que suben a la atmósfera durante la noche a través del proceso de radiación.      | La escarcha al tener contacto con los rayos solares marchita las plantas y luego estas se secan. | <u>Métodos pasivos:</u><br>Variedades resistentes<br>Sembrar en pendientes especies susceptibles.<br>Evitar el sobre laboreo<br>Suelo libre de malezas<br><u>Métodos activos</u><br>Si es posible inundar el terreno.<br>Cubiertas vegetales.<br>Fogatas a la hora de la helada. |
| <b>Heladas por evaporación</b> | Por la evaporación de agua líquida desde la superficie vegetal, ocurre por la disminución de la humedad relativa atmosférica                             | De estas de conocen dos tipos de heladas, la helada blanca y la más perjudicial la negra         | <u>Métodos pasivos:</u><br>Variedades resistentes<br>Sembrar en pendientes especies susceptibles.<br>Evitar el sobre laboreo<br>Suelo libre de malezas<br><u>Métodos activos</u><br>Si es posible inundar el terreno.<br>Cubiertas vegetales.<br>Fogatas a la hora de la helada. |
| <b>Heleadas mixtas</b>         | Se denominan de este modo a aquellas heladas que se producen simultáneamente por el vuelco de aire frío y la pérdida de calor del suelo por irradiación. | Su impacto no genera el mismo daño, que los otros tipos de heladas                               | <u>Métodos pasivos:</u><br>Variedades resistentes<br>Sembrar en pendientes especies susceptibles.<br>Evitar el sobre laboreo<br>Suelo libre de malezas<br><u>Métodos activos</u><br>Si es posible inundar el terreno.  |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|                        |   |  |  |
|------------------------|---|--|--|
|                        |   |  | Cubiertas vegetales.<br>Fogatas a la hora de la helada.  |
| <b>Heladas blancas</b> | se produce cuando la temperatura desciende por debajo de 0°C y se forma hielo sobre la superficie de las plantas. | Marchitez de la planta cuando aparece escarcha se llama helada blanca punto de rocío 0 | <u>Métodos pasivos:</u><br>Variedades resistentes<br>Sembrar en pendientes especies susceptibles.<br>Evitar el sobre laboreo<br>Suelo libre de malezas<br><u>Métodos activos</u><br>Si es posible inundar el terreno.<br>Cubiertas vegetales.<br>Fogatas a la hora de la helada. |

Elaboró: Angela Castro a partir de información secundaria

#### 4. Necesidades

##### - En cuanto al riego

- ♣ **Semana 1:** Regar todos los días
- ♣ **Semana 2 – 5:** Regar cada 2 días
- ♣ **Semana 6 – 12:** Regar una vez por semana
- ♣ Se debe tener en cuenta si es época lluviosa o seca con el fin de dosificar el agua; si hay presencia de lluvias tener en cuenta a la hora de regar

##### - Para el abono

- ♣ Debe abonarse bajo la línea de la copa y no cerca del tronco
- ♣ Aplicar abono ligero 6 meses después de la siembra
- ♣ Después del primer año, abonar cada cuatro meses

##### - Para la poda

- ♣ La poda se hace necesaria sólo un año después de la siembra. Antes se puede hacer limpieza de rama y hojas secas
- ♣ No es recomendable descopar los árboles
- ♣ No cortar las ramas a ras del tronco
- ♣ Procurar que la poda sea realizada por expertos

#### 5. Posibles costos de implementación

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### - Presupuesto aproximado respecto a las especies a usar

De acuerdo con las características agro-climatológicas del lugar, se deciden las ya nombradas 28 especies que en cumplimiento de las normas colombianas deben estar sanas al momento de la siembra, garantizando que no se verá afectado el terreno y que, por el contrario, este se verá beneficiado. Por ende, se maneja la adquisición mediante un vivero que posea la certificación del ICA y cumpla con los respectivos estándares de calidad.

**Tabla 15.** Presupuesto especies arbóreas

| N° | Nombre científico              | Nombre común     | Altura (m) | Valor unitario | Cantidad | Valor total   |
|----|--------------------------------|------------------|------------|----------------|----------|---------------|
| 1  | <i>Abatia parviflora</i>       | Duraznillo       | 1,5 m      | \$ 15.000,00   | 1        | \$ 15.000,00  |
| 2  | <i>Alnus acuminata</i>         | Aliso            | 1,5 m      | \$ 15.000,00   | 2        | \$ 30.000,00  |
| 3  | <i>Cedrela montana</i>         | Cedro de montaña | 1,5 m      | \$ 15.000,00   | 2        | \$ 30.000,00  |
| 4  | <i>Clusia multiflora</i>       | Gaque            | 1,5 m      | \$ 15.000,00   | 1        | \$ 15.000,00  |
| 5  | <i>Dodonaea viscosa</i>        | Hayuelo          | 1,5 m      | \$ 28.481,00   | 25       | \$ 712.025,00 |
| 6  | <i>Escallonia myrtilloides</i> | Rodamonte        | 1,5 m      | \$ 19.863,00   | 1        | \$ 19.863,00  |
| 7  | <i>Ficus andicola</i>          | Caucho           | 1,5 m      | \$ 19.863,00   | 1        | \$ 19.863,00  |
| 8  | <i>Juglans neotropica</i>      | Nogal            | 1,5 m      | \$ 19.863,00   | 2        | \$ 39.726,00  |
| 9  | <i>Meriania nobilis</i>        | Amarrabollos     | 1,5 m      | \$ 12.000,00   | 1        | \$ 12.000,00  |
| 10 | <i>Morella pubescens</i>       | Laurel de cera   | 1,5 m      | \$ 11.800,00   | 1        | \$ 11.800,00  |
| 11 | <i>Myrcianthes leucoxylo</i>   | Arrayán blanco   | 1,5 m      | \$ 15.000,00   | 1        | \$ 15.000,00  |
| 12 | <i>Myrcianthes rhopaloides</i> | Arrayán guayabo  | 1,5 m      | \$ 15.000,00   | 1        | \$ 15.000,00  |
| 13 | <i>Myrsine guianensis</i>      | Cucharero        | 1,5 m      | \$ 15.000,00   | 1        | \$ 15.000,00  |
| 14 | <i>Oreopanax bogotensis</i>    | Higuerón         | 1,5 m      | \$ 15.000,00   | 1        | \$ 15.000,00  |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|    |                                  |                        |       |                     |            |                        |
|----|----------------------------------|------------------------|-------|---------------------|------------|------------------------|
| 15 | <i>Oreopanax floribundum</i>     | Mano de oso            | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
| 16 | <i>Phyllanthus salvifolius</i>   | Cedrito de tierra fría | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
| 17 | <i>Piper bogotense</i>           | Cordoncillo            | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
| 18 | <i>Quercus humboldtii</i>        | <b>Roble</b>           | 1,5 m | \$ <b>19.863,00</b> | <b>1</b>   | \$ <b>19.863,00</b>    |
| 19 | <i>Retrophyllum rospigliosii</i> | <b>Pino romerón</b>    | 1,5 m | \$ <b>19.863,00</b> | <b>2</b>   | \$ <b>39.726,00</b>    |
| 20 | <i>Salix humboldtiana</i>        | Sauce llorón           | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
| 21 | <i>Senna viarum</i>              | Alcaparro grande       | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
| 22 | <i>Smallanthus pyramidalis</i>   | Arboloco               | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
| 23 | <i>Solanum ovalifolium</i>       | Cucubo                 | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
| 24 | <i>Tecoma stans</i>              | Floramarrillo          | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 35         | \$ 525.000,00          |
| 25 | <i>Tibouchina lepidota</i>       | Sietecueros            | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 35         | \$ 525.000,00          |
| 26 | <i>Vaccinium meridionale</i>     | Agraz                  | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
| 27 | <i>Vallea stipularis</i>         | Raque                  | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
| 28 | <i>Weinmannia tomentosa</i>      | Encenillo              | 1,5 m | \$ 15.000,00        | 1          | \$ 15.000,00           |
|    |                                  | <b>Sub total</b>       |       | \$ 451.596,00       | <b>124</b> | \$ <b>2.224.866,00</b> |

Elaboró: Angela Castro

Este presupuesto puede variar debido a factores como:

- ♣ Que algunas especies puedan ser colectadas en fincas del municipio de Chipaque – Cundinamarca, que cuenten con los debidos reglamentos establecidos por el ICA
- ♣ Que el vivero donde sean adquiridas las especies suba o baje el valor de las especies.
- ♣ Que la Alcandía de Chipaque en un acto de fortalecimiento a la educación del municipio done las especies.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



- **Preparación del terreno:** Se presentan dos opciones de acuerdo con el presupuesto económico con el que se cuente en el momento.

### Opción 1.

Tabla 15.1. Preparación del suelo Opción 1

| Preparación del suelo<br>Por: Ángela Castro |                                  |                  |                  |                  |
|---|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Labor                                       | Implemento                       | Costo por hora   | Horas de trabajo | Total, costo     |
|   | Tractor                          | \$ 30.000        | 2                | \$ 60.000        |
| Herbicida                                   | Pulverizadora                    | \$ 18.000        | 1                | \$ 18.000        |
| Labranza reducida                           | Con discos u horquillas de corte | \$ 18.000        | 1                | \$ 18.000        |
| <b>Totales</b>                              |                                  | <b>\$ 66.000</b> | <b>2</b>         | <b>\$ 96.000</b> |

Elaboró: Ángela Castro

**Importante:** Se debe evitar que los cinceles levanten terrones lo cual sería una razón para una segunda operación de labranza. Esto se obtiene eligiendo el momento con la humedad ideal del suelo, cuando este está migajoso y prefiriendo elementos con los vástagos inclinados hacia los lados.

### Opción 2.

Tabla 15.2. Preparación del suelo Opción 2

| Preparación del suelo<br>Por: Ángela Castro |            |                  |                  |                  |
|---|------------|------------------|------------------|------------------|
| Labor                                       | Implemento | Costo por hora   | Horas de trabajo | Total, costo     |
|   | Buey       | \$ 27.000        | 2                | \$ 54.000        |
| Labranza mínima                             |            | \$ 15.000        | 2                | \$ 30.000        |
| <b>Totales</b>                              |            | <b>\$ 42.000</b> | <b>2</b>         | <b>\$ 84.000</b> |

Elaboró: Ángela Castro

- **Personal requerido**

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Es de aclarar que la idea es que las labores como el ahoyado, entre otras las realicen los estudiantes con el apoyo del cuerpo docente del IEDR Cerezos Grandes y los padres de familia.

**Tabla 16.1.** Jornales

| <b>Jornales</b>           |         |               |                    |
|---------------------------|---------|---------------|--------------------|
| <b>Por: Angela Castro</b> |         |               |                    |
| <b>Operarios</b>          | 4       | \$30.000 c/u  | \$120.000          |
| <b>Jornal</b>             | 15 días | \$450.000 c/u | <b>\$1.800.000</b> |
| <b>Total</b>              |         |               |                    |

Elaboró: Ángela Castro

**Tabla 16.2.** Mano de obra calificada

| <b>Mano de obra calificada</b>           |        |             |                    |
|--|--------|-------------|--------------------|
| <b>Por: Angela Castro</b>                |        |             |                    |
| <b>Ingeniero agrónomo / agroforestal</b> | 1      | \$1.500.000 |                    |
| <b>Jornal</b>                            | 2 días |             | <b>\$3.000.000</b> |
| <b>Total</b>                             |        |             |                    |

Elaboró: Ángela Castro

### Herramientas:

**Tabla 17.** Herramientas

| <b>Herramientas</b>     | <b>Cantidad</b> | <b>Valor/Unidad</b> | <b>Valor Total</b> | <b>Vida Util</b> | <b>Deprecacion Anual</b> |
|-------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------------|--------------------------|
| <b>Pala Draga</b>       | 1               | \$ 42.900,00        | \$ 42.900,00       | 3                | \$ 14.300,00             |
| <b>Decmetro</b>         | 1               | \$ 25.000,00        | \$ 25.000,00       | 3                | \$ 8.333,33              |
| <b>Metro</b>            | 1               | \$ 3.200,00         | \$ 3.200,00        | 3                | \$ 1.066,67              |
| <b>Niveles</b>          | 1               | \$ 8.200,00         | \$ 8.200,00        | 3                | \$ 2.733,33              |
| <b>Plomadas</b>         | 1               | \$ 12.000,00        | \$ 12.000,00       | 3                | \$ 4.000,00              |
| <b>Alicates</b>         | 1               | \$ 7.500,00         | \$ 7.500,00        | 3                | \$ 2.500,00              |
| <b>Guadañadora</b>      | 1               | \$ 120.000,00       | \$ 120.000,00      | 3                | \$ 40.000,00             |
| <b>Pinzas</b>           | 1               | \$ 7.500,00         | \$ 7.500,00        | 3                | \$ 2.500,00              |
| <b>Destornilladores</b> | 1               | \$ 2.300,00         | \$ 2.300,00        | 3                | \$ 766,67                |
| <b>Linterna</b>         | 2               | \$ 4.800,00         | \$ 9.600,00        | 3                | \$ 1.600,00              |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|                   |     |              |               |   |                      |
|-------------------|-----|--------------|---------------|---|----------------------|
| <b>Palas</b>      | 2   | \$ 8.700,00  | \$ 17.400,00  | 3 | \$ 2.900,00          |
| <b>Picas</b>      | 2   | \$ 25.400,00 | \$ 50.800,00  | 3 | \$ 8.466,67          |
| <b>Carretilla</b> | 1   | \$ 23.900,00 | \$ 23.900,00  | 3 | \$ 7.966,67          |
| <b>Baldes</b>     | 2   | \$ 20.000,00 | \$ 40.000,00  | 3 | \$ 6.666,67          |
| <b>Estacas</b>    | 100 | \$ 1.000,00  | \$ 100.000,00 | 3 | \$ 333,33            |
| <b>Total</b>      |     |              |               |   | <b>\$ 470.300,00</b> |

Elaboró: Ángela Castro

### Discusión

Los sistemas tradicionales de producción han generado la pérdida de la mayor parte de las masas boscosas que existían originalmente en la región y se corre el riesgo de perder el capital florístico sin siquiera llegar a conocerlo. (Alcaldía de Chipaque – Cundinamarca, 2015).

No existe en el municipio un proyecto orientado al reconocimiento del capital natural de la región y más específicamente, no existe en el municipio un espacio a través del cual se le pueda enseñar a las generaciones actuales cuáles son las especies forestales propias de su región y cuáles son los beneficios ecológicos, ambientales, socioeconómicos y culturales que estas brindan. (Alcaldía de Chipaque – Cundinamarca, 2015).

El problema que se pretende abordar con el presente trabajo se puede resumir en la segunda pregunta: ¿Cómo diseñar un arboretum para la institución educativa Rural Cerezos Grandes del municipio de Chipaque a través de la cual se pueda generar un espacio de concientización sobre la importancia de la vegetación forestal nativa para el municipio de Chipaque?

### CONCLUSIONES

**Identificación de las especies forestales nativas de mayor importancia para la comunidad estudiantil desde los puntos de vista ecológico, social y económico.**

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Las actividades que ejercen mayor presión sobre las especies nativas fueron la fragmentación del hábitat, la disminución de las poblaciones, alteración en la estructura poblacional, alteración en la composición del suelo, lo que ha repercutido en una alta disminución de la biodiversidad, aparición de enfermedades por fitopatógenos e insectos, y claramente visible los inicios de degradación del suelo.

**Establecimiento de estrategias que permitan el registro, caracterización y seguimiento de los individuos forestales nativos incluidos en el arboretum.**

Es importante el velar siempre por la seguridad de cada uno de los individuos arbóreos involucrados en el arboretum, por lo que el saber su posición, estado y labores que se realizan para que éste prevalezca de manera íntegra son muy importantes. El caracterizar por medio de fichas, rótulos y demás métodos aquí empleados, permite un adecuado seguimiento, extendiendo la vida de dichas especies nativas.

**Diseño del arboretum para el Colegio Cerezos Grandes con base en las especies identificadas y las características del sitio.**

Conocer adecuada mente las características agro-climatológicas del terreno es importante para elegir adecuadamente las especies nativas, igualmente el recolectar información secundaria y mediante trabajo de campo, tal y como se efectuó. Para la implementación como tal del arboreto se dieron igualmente pautas que ayudarán y apoyarán el correcto funcionamiento.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agroterra (2017). Precios de árboles. Disponible en:  
<https://www.agroterra.com/s/arboles+grandes>



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Alcaldía de Chipaque – Cundinamarca (2015). *Programa gobierno en línea / Sitio oficial de Chipaque en Cundinamarca, Colombia*. Recuperado de: [http://www.chipaque-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.chipaque-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml)

APS (2017) *Association for psychological science*. Estados Unidos. Disponible en: <https://www.psychologicalscience.org/>

CAR (2012). *Vegetación del territorio CAR, 450 especies de sus llanuras y montañas*. Autor (es). Mahecha G., Ovalle A., Camelo D., Rozo A., Barreto D.

Catálogo de biodiversidad de Colombia (S.f). *Catálogo de fichas*. Disponible en: <http://catalogo.biodiversidad.co/>

Cate, J.R. (1994) *Integrated Pest Management: The Past of a Paradigm*. National Audubon Society: 40 págs

Consejo municipal de la alcaldía de Chipaque (2012). *Acuerdo N°7 de 2012 Plan de desarrollo Chipaque*. Disponible en: <file:///C:/Users/MAC/Downloads/plan-de-desarrollo-municipal-de-chipaque-2012-2015.pdf>

Corporación autónoma regional del Cauca (s.f) *Plan de Ordenación y Manejo de la Subcuenca Hidrográfica del Río Pisojé*. Archivo pdf.

Ecología Hoy (2011). *Arboreto*. Recuperado de: <http://www.ecologiahoy.com/arboreto>

E verde (2012). *Eficiente sistema de riego por goteo solar y económico*. Disponible en: <http://www.everde.cl/2012/01/eficiente-sistema-de-riego-por-goteo.html>

Fundación Ecoterra (2005). *Red de arboretums escolares o municipales*. Extraído de: <http://www.ecologiahoy.com/jardin-botanico>

Gatti Carlos (1985). *Enciclopedia guaraní-castellano de Ciencias Naturales y Conocimientos Paraguayos*. Arte Nuevo Editores. Asunción

Giraldo Ávila Guillermo (2003). *Manejo integrado de plagas*. Disponible en: [http://teca.fao.org/sites/default/files/technology\\_files/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLAGAS.pdf](http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLAGAS.pdf)

Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal. FAO (2012). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/i2080s/i2080s.pdf>

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Heywood, V.H. (1987). *The changing role of the botanic garden*. En: *Botanic Gardens and the world conservation strategy*. Bramwell, D., O. Hamann, V. Heywood y H. Singe (eds.). Academic Press, Londres, pp. 3-18.

Herbario JBB en línea (2017) Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Disponible en: <http://coleccion.es.jbb.gov.co/herbario>

IDEAM (2016). Régimen de lluvias municipio de Chipaque – Cundinamarca. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/seguimiento>

IEDR Cerezos Grandes (2016). PRAE IEDR Cerezos grandes. “Creando conciencia hacia el cuidado nuestro entorno y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.”. Responsables: Ariza Bautista Rocío, Clavijo Hernández John Alexander, Tenjo Benítez Mónica Janeth.

International Union for Conservation of Nature (2015). Recuperado de: [https://www.iucn.org/knowledge/focus/ipbes\\_focus/invasive\\_species\\_database/](https://www.iucn.org/knowledge/focus/ipbes_focus/invasive_species_database/)

Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Investigación en biodiversidad y servicios ecosistémicos para la toma de decisiones (2015). *Repositorio institucional de documentación científica del Instituto Alexander Von Humboldt*. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/>

Instituto de ciencias naturales (2003) *Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia*. Volumen 1. Autor (es). Calderón E., Galeano G., García N.

JICA (2016). Manejo integrado de plagas para técnicos y productores versión 1 (sf). Disponible en: [https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04\\_manual/manual\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf)

Larral P. y Ripa R (2004). Monitoreo de plagas y registros. Disponible en: [http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa\\_Chapter\\_03.pdf](http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_03.pdf)

Lastres, L., Soza, F. (2009). Manual de Sanidad Vegetal. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 75 p.

Lascrain Maite, Gómez Orlik, Sanchez Odilón, Hernández Carmen C. (2010). Jardines botánicos, conceptos, operación y manejo. Asociación Mexicana de ajardines botánicos, A.C Publicación especial número 5.



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



- Mendieta, M. y Rocha, L. (2007). *Planeamiento de sistemas agroforestales*. En *Universidad Nacional Agraria, Sistemas Agroforestales*. (pp 79-90). Managua, Nicaragua.
- Ministerio de Educación Nacional (2017). *Proyecto educativo institucional PEI*. Recuperado de: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79361.html>
- Ministerio de Educación Nacional (2017). *Proyecto Ambiental Escolar PRAE*. Recuperado de: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90893.html>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2015). *Plan de conservación, manejo y uso sostenible de la Palma de cera del Quindío*. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Programas-para-la-gestion-de-fauna-y-flora/Plan\\_de\\_conservaci%C3%B3n\\_manejo\\_y\\_uso\\_sostenible\\_de\\_la\\_palma\\_de\\_cera\\_del\\_Quind%C3%ADo.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Programas-para-la-gestion-de-fauna-y-flora/Plan_de_conservaci%C3%B3n_manejo_y_uso_sostenible_de_la_palma_de_cera_del_Quind%C3%ADo.pdf)
- Moreno Rincón Milena María (2014). *Vegetación Arborea del campus PUJ*. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales. Disponible en: [http://www.javeriana.edu.co/documents/16101/4318124/Catalogo\\_flores\\_campus.pdf/8b7e3b1f-fa75-4622-9c7b-c9dff8d91a4a](http://www.javeriana.edu.co/documents/16101/4318124/Catalogo_flores_campus.pdf/8b7e3b1f-fa75-4622-9c7b-c9dff8d91a4a)
- Ortiz Rosalba (2009) *Modulo Sanidad Agroforestal*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Ricker Martin, Hernández M. Héctor (2010). *Especies arbóreas y arborescentes de México: gimnospermas, monocotiledóneas y helechos arborescentes*. *Revista Mexicana de biodiversidad*. Herbario Nacional de México, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado postal 70- 233, Ciudad Universitaria, 04510 México D. F., México.
- Secretaría de planeación (2017). *Plan de Ordenamiento Territorial POT*. Recuperado de: [http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/POT\\_2020/Que\\_Es](http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/POT_2020/Que_Es)
- Trópicos (2017). *Búsqueda de las especies, para mayor referenciación de las mismas*. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Home.aspx>
- UICIN (2017). *Lista roja*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Disponible en: <https://www.iucn.org/es>

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Universidad Católica de oriente (2017). *Biblioteca virtual*. Disponible en:  
<http://www.uco.edu.co/biblioteca/Paginas/default.aspx>

Universidad de Panamá (2008) *Plantas medicinales iberoamericanas*. Autor. Mahabir P.

Universidad Nacional de Colombia (2013). *Arboretum y Palmetum Guía de identificación*. Autor (es). Varón T., León S.

Vargas William Gerardo (2002). *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Universidad de Caldas. Pág. 333.

Wyse Jackson, P. (2003). "The development of feasibility studies for the creation of new botanic gardens". *BOCnews* 30: 46-48.



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



## ESTANDARIZACIÓN DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DEL NIVEL TECNOLÓGICO DE UNA FINCA GANADERA EN EL DEPARTAMENTO DE CASANARE

## STANDARDIZATION OF AN INSTRUMENT FOR EVALUATING THE TECHNOLOGICAL LEVEL OF A LIVESTOCK FARM IN THE DEPARTMENT OF CASANARE

María del Rosario Díaz  
Directora Centro  
UNAD – Yopal  
ORCID  
CAZAO  
maria.diaz@unad.edu.co

### RESUMEN

Se diseñó un instrumento estandarizado de evaluación del nivel tecnológico de las fincas ganaderas dedicadas a la explotación bovina en Casanare (cría, ceba y doble propósito), a través de la recolección y centralización de información relacionada con el uso de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) desde la perspectiva sanitaria y de cumplimiento de la norma de certificación como lista de chequeo para cumplir con una normatividad expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); desde el enfoque de productividad técnica y financiera dado por los gremios representados en la Federación Nacional de Ganaderos de Colombia (FEDEGAN) y el Comité Departamental de Ganaderos de Casanare; desde el enfoque ambiental y conservacionista dado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y desde el enfoque investigativo, social y productivo dado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), todo ajustado al abordaje del concepto de tecnología relacionado con la ciencia, la invención, la innovación, el factor de ruptura tecnológica y la transferencia de las aplicaciones tecnológicas, así como también la tipificación industrial de los niveles tecnológicos en producto, proceso, gestión y uso. Lo anterior dio como resultado una herramienta administrativa para evaluar el nivel tecnológico de los predios ganaderos de Casanare, la cual fue aplicada a 15 predios ubicados en cada una de las zonas agroecológicas que lo componen (montaña, pie de monte y sabana inundable), obteniéndose como resultado que la cría y la ceba presentan un nivel de adopción tecnológica bajo y el sistema de doble propósito un nivel de adopción tecnológica medio. Con los resultados obtenidos, aunque son de tipo cualitativo, el gremio ganadero de Casanare contará con una herramienta administrativa que le permitirá diagnosticar la receptividad y nivel de apropiación tecnológica que posee su unidad productiva.

**Palabras clave:** Bovino, instrumento, evaluación tecnológica, finca ganadera

### ABSTRACT

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



A standardized instrument for evaluating the technological level of livestock farms dedicated to cattle exploitation in Casanare (breeding, fattening and double purpose) was designed, through the collection and centralization of information related to the use of Good Livestock Practices (GMP) from a health perspective and compliance with the certification standard as a checklist to comply with a regulation issued by the Colombian Agricultural Institute (ICA); from the approach of technical and financial productivity given by the guilds represented in the National Federation of Cattlemen of Colombia (FEDEGAN) and the Departmental Committee of Cattlemen of Casanare; from the environmental and conservationist approach given by the Ministry of Agriculture and Rural Development and from the research, social and productive approach given by the Colombian Agricultural Research Corporation (CORPOICA), all adjusted to the approach of the concept of technology related to science, invention, innovation, the technological breakthrough factor and the transfer of technological applications, as well as the industrial classification of technological levels in product, process, management and use. This resulted in an administrative tool to evaluate the technological level of the Casanare livestock farms, which was applied to 15 farms located in each of the agroecological zones that compose it (mountain, foothills and floodplain savanna), obtaining As a result, breeding and fattening have a low level of technology adoption and the dual purpose system has a medium level of technological adoption. With the obtained results, although they are qualitative, the Casanare livestock guild will have an administrative tool that will allow them to diagnose the receptivity and level of technological appropriation that their productive unit has.

**Keywords:** Cattle, instrument, technological evaluation, cattle farm.

### DESARROLLO DE LA PONENCIA

Se diseñó un instrumento de tipo administrativo, que permitiera evaluar el nivel tecnológico de las fincas ganaderas del Casanare dedicadas a la cría, a la ceba y al doble propósito, utilizando una combinación de las diferentes metodologías y categorizaciones que se han utilizado para evaluar dicho nivel en la ganadería bovina, desarrolladas por el ICA, el Ministerio de Agricultura, CORPOICA y FEDEGAN. Este instrumento de diagnóstico diseñado se aplicó a 15 fincas y se obtuvo como resultado que la cría y la ceba tienen un nivel tecnológico bajo y la ganadería de doble propósito, un nivel tecnológico medio.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente no se cuenta con una herramienta o instrumento que permita realizar la evaluación del nivel tecnológico de una explotación agropecuaria de una manera integral

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

por sistema de producción; solamente se ha popularizado el control y monitoreo de la aplicación de las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) en predio, pero sin integrar todos los aspectos medibles en la producción pecuaria: Instalaciones, salud animal y bioseguridad, bienestar animal, trazabilidad, bienestar del personal, nutrición y alimentación, el aspecto socio económico, transporte y la responsabilidad ambiental. Solo existen ejercicios relacionados con el cumplimiento de normatividad, que de todos modos desintegra el sistema productivo haciendo su evaluación más compleja. La situación de globalidad de los mercados, exigen que el productor y comercializador de los productos ganaderos, cumplan con un rango mínimo de prácticas de calidad, para lo cual requiere adoptar tecnologías que actualicen y vuelvan sostenible su actividad, razón por la cual se requiere la generación de un instrumento estandarizado de evaluación del nivel tecnológico de las fincas ganaderas, que sea unificado y replicable en la región de los Llanos de Casanare. Por ello, se planteó crear un instrumento de evaluación integral que categorice el grado de tecnología apropiado por cada explotación ganadera de cría, de ceba o de doble propósito, ubicada en el departamento de Casanare, cuya construcción, estandarización y aplicación, dote al productor, al gremio, a la academia y a la institucionalidad de una herramienta administrativa para la toma de decisiones y determinación de planes de mejoramiento de la actividad.

#### OBJETIVOS

Estandarizar, ajustar y aplicar un Instrumento de diagnóstico para identificar el grado de tecnología de una explotación agropecuaria (ganadería bovina) en el departamento de Casanare.

Revisar la literatura existente y relacionada con instrumentos de diagnóstico en fincas ganaderas, con Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) utilizadas en la certificación de fincas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Estandarizar un instrumento de diagnóstico integral para la evaluación del grado de tecnología de una finca ganadera de Casanare.

Ajustar el instrumento de diagnóstico estandarizado a los diferentes sistemas de producción ganadera (cría, ceba y doble propósito) y aplicar el instrumento estandarizado a cinco (5) fincas ubicadas en los tres (3) contextos agroclimáticos del departamento de Casanare (montaña, pie de monte y sabana inundable).

### **METODOLOGIA**

La metodología utilizada correspondió a un estudio descriptivo del tipo cualitativo no experimental, utilizando como técnicas de recolección de información la revisión documental de fuentes secundarias relacionadas con la búsqueda de otros instrumentos de evaluación usados en el sector agropecuario, formatos de caracterización y la tipificación industrial de las tecnologías. También se usó como técnica una encuesta dirigida a los propietarios de los 15 predios que se seleccionaron para estandarizar el instrumento de diagnóstico integral del nivel de tecnología de una explotación ganadera ubicada en el departamento de Casanare. Se tomaron como referente los siguientes instrumentos institucionales: Instrumento caracterización de predios, Alcaldía de Yopal 2013, instrumento de caracterización estadística en sistema Finca, CORPOICA. Censo y caracterización de los sistemas de producción de ganado Criollo Colombiano, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Fondo Nacional del Ganado, Instituto Colombiano Agropecuario ICA, instrumento de caracterización inicial sistema de producción de cría, FEDEGAN, Comité Departamental de Ganaderos de Casanare. Así mismo los trabajos de investigación desarrollados por Velasco-Fuenmayor (2009) y especialmente Zubieta et al.



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



(2013). Igualmente, para la selección de los referentes usados en la construcción y estandarización del instrumento de evaluación, se tomaron los parámetros que maneja FEDEGAN y la tipificación industrial de las tecnologías relacionadas en Zubieta et al. (2013) que corresponden a las tecnologías de producto, tecnologías de proceso, tecnologías de gestión y tecnologías de uso.

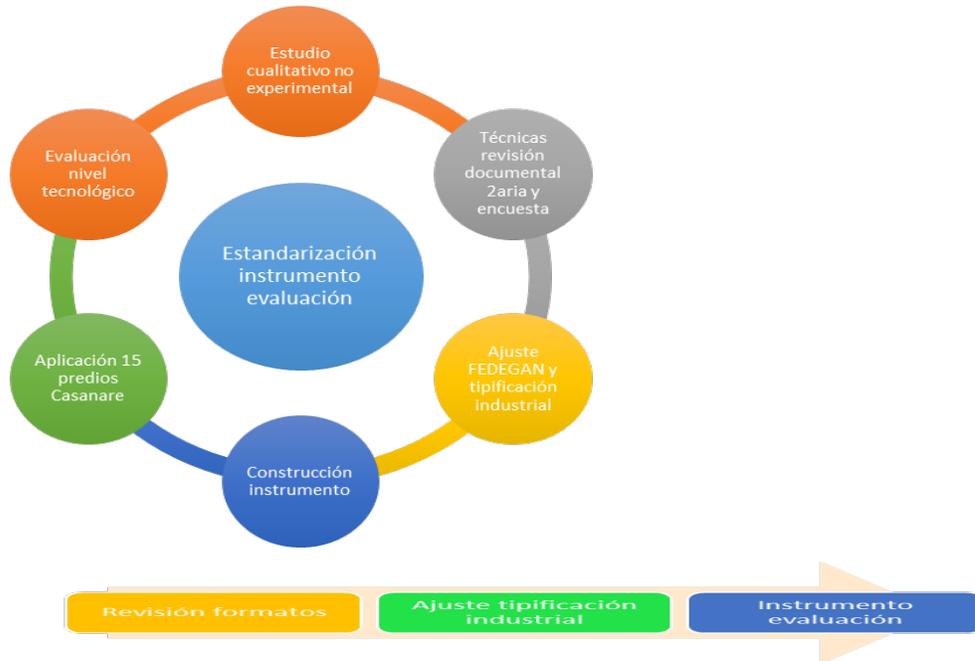


**Imagen 1.** Metodología utilizada en la investigación.

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Imágenes 2 y 3.** Diseño estadístico de la investigación

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

## RESULTADOS

La investigación una vez desarrollada, entregó los siguientes productos:

- Un instrumento para evaluar el grado de apropiación de la tecnología en las fincas de producción bovina en Casanare.
- Un instrumento estandarizado para evaluar el nivel tecnológico que tienen los predios ganaderos dedicados a la cría bovina, a la ceba y al doble propósito.
- Una herramienta administrativa de toma de decisiones para el mejoramiento de la actividad ganadera en Casanare.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

- Una metodología operativa que permitió la unificación de criterios de evaluación de tecnología tanto a nivel industrial como a nivel agropecuario.



### **INSTRUMENTO ESTANDARIZADO PARA EVALUAR EL NIVEL DE ADOPCIÓN TECNOLÓGICA DE UNA FINCA GANADERA DEDICADA A LA CRÍA, CEBA O DOBLE PROPÓSITO DEL GANADO BOVINO EN CASANARE**

La Tabla 1 muestra el instrumento elaborado y el producto principal de la investigación. Está compuesto por 3 partes, a saber:

**Primera parte:** Corresponde al ajuste que se realizó de la tipificación industrial de las tecnologías de producto, proceso, gestión y uso. Ajuste aplicado a lo pertinente con el sistema ganadero, es la parte que define el nivel tecnológico que no son más que las destrezas y técnicas que ha desarrollado el productor durante su vida dedicado a la actividad ganadera. Estos serán usados como lista de chequeo para la evaluación del nivel de adopción tecnológico (Tabla 2).

**Tabla 1.** Instrumento para evaluar el nivel tecnológico de los predios ganaderos de Casanare

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



| INSTRUMENTO ESTANDARIZADO PARA EVALUAR EL NIVEL TECNOLÓGICO DE UNA EXPLOTACIÓN AGROPECUARIA EN EL DEPARTAMENTO DE CASANARE (elaborado grupo CAZAO -UNAD - ECAPMA - ZAO - CEAD YOPAL) |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
|--|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--|---------------------------------|--|--|
| NIVEL TECNOLÓGICO (Técnicas - herramientas - destrezas)  | Criterios                     |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  | Clasificación nivel tecnológico | Nivel tecnológico explotación evaluada | REFERENTES   |
|  | No.1_ Capacidad de desarrollo | No.2_ Uso riego pasturas y forrajes | No.3_ Existencia pasturas mejoradas | No.4_ Suministro suplementos alimenticios | No.5_ Realizan mecanización praderas | No.6_ Rotación programada de potreros | No.7_ Existencia y uso de registros técnicos, reproductivos y contables | No.8_ Reproductores puros y/o alta genética. Uso biotecnologías IATF, TE |                                 |  |  |
| <b>DESARROLLO DEL PRODUCTO</b>   | SI                            | NO                                  |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 | ALTO                                   | Mínimo 4 criterios (obligatoriamente el 5 y 8). Además tener el 25% de la capacidad de desarrollo en el producto, proceso, gestión y uso |
| Definición del objetivo del productor  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Conocimiento intrínseco y extrínseco del sistema productivo  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Definición especificaciones del producto que va a producir   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Definición principios de funcionamiento  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Definición del diseño del producto   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Pilotaje o prototipo   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| <b>DESARROLLO DEL PROCESO</b>  | SI                            | NO                                  |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 | MEDIO                                  | Entre 2 y 3 criterios y el 25% de la capacidad de desarrollo del producto y del proceso  |
| Definición proceso productivo  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Simulación proceso   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Infraestructura requerida  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Definición posibles errores de proceso   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Elaboración y monitoreo del plan de producción definido  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Determinación logística proceso  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Control de calidad proceso productivo  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| <b>DESARROLLO HERRAMIENTAS Y MÉTODOS DE GESTIÓN</b>  | SI                            | NO                                  |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 | BAJO                                   | Entre 1 y ningún criterio y el 10% de la capacidad de desarrollo del producto o del proceso  |
| Identificación problemas   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Especificaciones y requisitos que debe cumplir la solución propuesta   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Conocimiento del principio de funcionamiento   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Ajuste o mantenimiento del diseño del producto   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Administración de la producción  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Manejo del personal  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Gestión comercial  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Gestión económica y financiera   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Integración y cadena   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| <b>DESARROLLO DEL USO</b>  | SI                            | NO                                  |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 | BAJO                                   | Entre 1 y ningún criterio y el 10% de la capacidad de desarrollo del producto o del proceso  |
| Identificación problemas clientes o usuarios producto  |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Especificaciones y requisitos que debe cumplir la solución propuesta   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Conocimiento del principio de funcionamiento   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Ajuste o mantenimiento del diseño del producto   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |
| Definición de técnicas de ventas y fidelización clientes   |                               |                                     |                                     |   |                                      |                                       |   |  |                                 |  |  |

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

**Tabla 2.** Primer componente del instrumento elaborado para medir el grado tecnológico de una finca ganadera en Casanare

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



| NIVEL TECNOLÓGICO (Técnicas - herramientas - destrezas)              |
|--|
| DESARROLLO DEL PRODUCTO  |
| Definición del objetivo del productor                                |
| Conocimiento intrínseco y extrínseco del sistema productivo          |
| Definición especificaciones del producto que va a producir           |
| Definición principios de funcionamiento                              |
| Definición del diseño del producto                                   |
| Pilotaje o prototipo   |
| DESARROLLO DEL PROCESO   |
| Definición proceso productivo  |
| Simulación proceso   |
| Infraestructura requerida  |
| Definición posibles errores de proceso                               |
| Elaboración y monitoreo del plan de producción definido              |
| Determinación logística proceso                                      |
| Control de calidad proceso productivo                                |
| DESARROLLO HERRAMIENTAS Y MÉTODOS DE GESTIÓN                         |
| Identificación problemas   |
| Especificaciones y requisitos que debe cumplir la solución propuesta |
| Conocimiento del principio de funcionamiento                         |
| Ajuste o mantenimiento del diseño del producto                       |
| Administración de la producción                                      |
| Manejo del personal  |
| Gestión comercial  |
| Gestión económica y financiera                                       |
| Integración y cadena   |
| DESARROLLO DEL USO   |
| Identificación problemas clientes o usuarios producto                |
| Especificaciones y requisitos que debe cumplir la solución propuesta |
| Conocimiento del principio de funcionamiento                         |
| Ajuste o mantenimiento del diseño del producto                       |
| Definición de técnicas de ventas y fidelización clientes             |

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Segunda parte:** Corresponde a los criterios que se tendrán en cuenta para realizar la evaluación del nivel tecnológico, solamente estos criterios se tendrán en cuenta y no otros, ya que la revisión de literatura y el ajuste de la investigación así lo determinó. Son 7 criterios que usaba FEDEGAN y otro más que incluyó la investigación como valor agregado y es realmente el ajuste que se le hizo a lo existente en el medio agropecuario (ver Tabla No. 3).

**Tabla 3.** Segundo componente del instrumento elaborado para medir el grado tecnológico de una finca ganadera en Casanare

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

|                                |                                      |                                      |  |                                       |  |  |   |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|---|
| No. 1_ Capacidad de desarrollo | No. 2_ Uso riego pasturas y forrajes | No. 3_ Existencia pasturas mejoradas | No. 4_ Suministro suplementos alimenticios | No. 5_ Realizan mecanización praderas | No. 6_ Rotación programada de potreros | No. 7_ Existencia y uso de registros técnicos, reproductivos y contables | No. 8_ Reproductores puros y/o alta genética. Uso biotecnologías IATF, TE |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|---|

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Tercera parte:** Corresponde a la tabla clasificatoria que se obtuvo con el desarrollo de la investigación y a su interpretación (Tabla 4).

**Tabla 4.** Tercer componente del instrumento elaborado para medir el grado tecnológico de una finca ganadera en Casanare

| Clasificación nivel tecnológico | Nivel tecnológico explotación evaluada | REFERENTES   |
|---------------------------------|--|--|
| ALTO                            |  | Mínimo 4 criterios (obligatoriamente el 5 y 8). Además tener el 25% de la capacidad de desarrollo en el producto, proceso, gestión y uso |
| MEDIO                           |  | Entre 2 y 3 criterios y el 25% de la capacidad de desarrollo del producto y del proceso  |
| BAJO                            |  | Entre 1 y ningún criterio y el 10% de la capacidad de desarrollo del producto o del proceso  |

Fuente: Elaboración propia, 2016

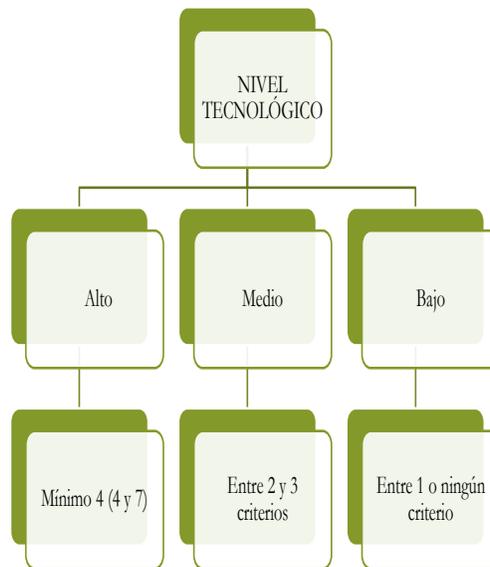
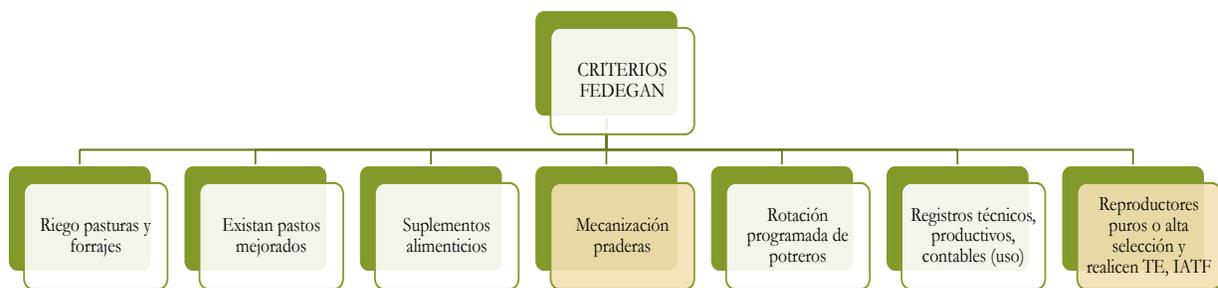
Como producto obtenido de la investigación en relación con el fortalecimiento de la comunidad científica, se relaciona una tabla ajustada entre la evaluación que hace FEDEGAN y la que hace la industria, así:

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Imágenes 4 y 5: Escala y criterios utilizados por FEDEGAN para la evaluación del nivel tecnológico de las fincas ganaderas**



**Fuente:** Elaboración propia, 2016

**Tabla 5.** Criterios utilizados por la industria y la manufactura a través de índices específicos por producto, proceso, gestión y uso (ajustados al sector ganadero bovino por la autora y creada una nueva tabla de clasificación que se obtuvo por la investigación)

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



| INSTRUMENTO ESTANDARIZADO PARA EVALUAR EL NIVEL TECNOLÓGICO DE UNA EXPLOTACIÓN AGROPECUARIA EN EL DEPARTAMENTO DE CASANARE (elaborado grupo CAZAO -UNAD - ECAPMA - ZAO - CEAD YOPAL) |                                 |  |  |
|--|---------------------------------|--|--|
| NIVEL TECNOLÓGICO (Técnicas - herramientas - destrezas)  | Criterios                       |  |  |
|  | Clasificación nivel tecnológico | Nivel tecnológico explotación evaluada | REFERENTES   |
| <b>DESARROLLO DEL PRODUCTO</b>   | ALTO                            |  | Mínimo 4 criterios (obligatoriamente el 5 y 8). Además tener el 25% de la capacidad de desarrollo en el producto, proceso, gestión y uso |
| Definición del objetivo del productor  |                                 |  |  |
| Conocimiento intrínseco y extrínseco del sistema productivo  |                                 |  |  |
| Definición especificaciones del producto que va a producir   |                                 |  |  |
| Definición principios de funcionamiento  |                                 |  |  |
| Definición del diseño del producto   |                                 |  |  |
| Pilotaje o prototipo   | MEDIO                           |  | Entre 2 y 3 criterios y el 25% de la capacidad de desarrollo del producto y del proceso  |
| <b>DESARROLLO DEL PROCESO</b>  |                                 |  |  |
| Definición proceso productivo  |                                 |  |  |
| Simulación proceso   |                                 |  |  |
| Infraestructura requerida  |                                 |  |  |
| Definición posibles errores de proceso   |                                 |  |  |
| Elaboración y monitoreo del plan de producción definido  | BAJO                            |  | Entre 1 y ningún criterio y el 10% de la capacidad de desarrollo del producto o del proceso  |
| Determinación logística proceso  |                                 |  |  |
| Control de calidad proceso productivo  |                                 |  |  |
| <b>DESARROLLO HERRAMIENTAS Y MÉTODOS DE GESTIÓN</b>  |                                 |  |  |
| Identificación problemas   |                                 |  |  |
| Especificaciones y requisitos que debe cumplir la solución propuesta   |                                 |  |  |
| Conocimiento del principio de funcionamiento   | BAJO                            |  | Entre 1 y ningún criterio y el 10% de la capacidad de desarrollo del producto o del proceso  |
| Ajuste o mantenimiento del diseño del producto   |                                 |  |  |
| Administración de la producción  |                                 |  |  |
| Manejo del personal  |                                 |  |  |
| Gestión comercial  |                                 |  |  |
| Gestión económica y financiera   |                                 |  |  |
| Integración y cadena   | BAJO                            |  | Entre 1 y ningún criterio y el 10% de la capacidad de desarrollo del producto o del proceso  |
| <b>DESARROLLO DEL USO</b>  |                                 |  |  |
| Identificación problemas clientes o usuarios producto  |                                 |  |  |
| Especificaciones y requisitos que debe cumplir la solución propuesta   |                                 |  |  |
| Conocimiento del principio de funcionamiento   |                                 |  |  |
| Ajuste o mantenimiento del diseño del producto   |                                 |  |  |
| Definición de técnicas de ventas y fidelización clientes   |                                 |  |  |

Fuente: Elaboración propia, 2016

Como producto obtenido de la apropiación social del conocimiento, se aplicó el instrumento elaborado a 15 predios ubicados en la montaña (1 en Chámeza, 1 en Recetor, 1

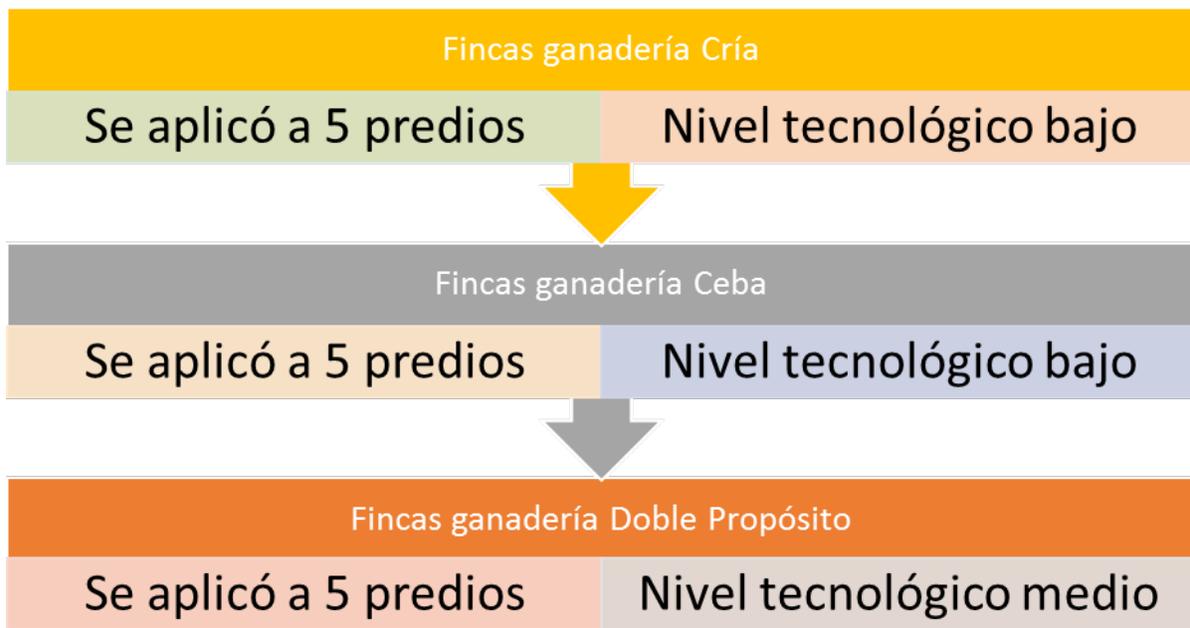
## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



en Pore, 1 en Nunchía y 1 en Támara) el piedemonte (1 en Yopal, 1 en Aguazul, 1 en Tauramena, 1 en Monterrey y 1 en Sabanalarga) y la sabana inundable de Paz de Ariporo, Trinidad, San Luís de Palenque, Orocué y Hato Corozal, igualmente en los sistemas productivos de cría, ceba y doble propósito, obteniéndose que el nivel tecnológico de la cría y la ceba es bajo y el nivel tecnológico del doble propósito es medio (Ver Imagen No. 8).

**Imagen 6.** Resultados aplicación instrumento en los 15 predios de Casanare



**Fuente:** Elaboración propia, 2016

La principal conclusión de la presente investigación tiene que ver con la elaboración de un instrumento de diagnóstico para identificar el nivel de adopción tecnológica que presentan los predios y productores dedicados a la cría, ceba y doble propósito de ganado bovino en el departamento de Casanare.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Se concluye también que con la investigación se da cumplimiento al objetivo principal de estandarizar y ajustar el instrumento elaborado ya que se unieron los criterios de evaluación del nivel tecnológico usados por FEDEGAN, con la tipificación tecnológica de la industria en producto, proceso, gestión y uso.

Con la aplicación del instrumento elaborado a los 15 predios ubicados en la montaña, el pie de monte y la sabana inundable de Casanare, se concluye que el nivel tecnológico adoptado por los productores dedicados a la cría y ceba bovina es bajo, en cambio los productores dedicados al doble propósito tienen mayor nivel de adopción ya que se concluyó que presentan un nivel medio.

Se unificó la información relacionada con la evaluación y caracterización de predios que manejan los diferentes entes públicos y privados en relación con la aplicación de las BPG y su aplicabilidad de acuerdo con el sistema de producción, así mismo los formatos utilizados en la evaluación de predios ganaderos y las bases teóricas de la conceptualización de los niveles tecnológicos de la industria en producto, proceso, gestión y uso; lo que le permitirá al gremio pecuario fortalecer sus estructuras y acomodar las falencias a las exigencias del mercado, mejorando su productividad.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía de Yopal (2013). *Instrumento de caracterización de predios* (formato en físico suministrado en sus dependencias).

Appleby, M. C. (2005). *Sustainable agriculture is humane, humane agriculture is sustainable*. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 18, 617-620.

CORPOICA (SD). *Instrumento de caracterización estadística en sistema Finca*. (Formato en físico suministrado en sus dependencias).



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



FEDEGAN y Comité Departamental de Ganaderos de Casanare (SD). *Instrumento de caracterización inicial sistema de producción de cría*. (Formato en físico suministrado en sus dependencias).

Instituto Colombiano Agropecuario ICA (2008). *Buenas prácticas ganaderas para ganado bovino y Bufalino destinado al sacrificio para el consumo humano*. Sub gerencia de protección y regulación pecuaria.

Laboratorio Boehringer Ingelheim. (2007). *Concepto de Bienestar animal y requisitos de bienestar en vacas de leche*. Recuperado agosto 4 del 2009. <http://www.solomamitis.com/originales/PDF/BienestarAnimal.pdf>.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Fondo Nacional del Ganado, Instituto Colombiano Agropecuario ICA (SD). *Censo y caracterización de los sistemas de producción de ganado Criollo Colombiano*. (Formato en físico suministrado en sus dependencias).

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corpoica, Fedegan – FNG y Universidad Nacional de Colombia (2009). *Competir e innovar, la ruta de la industria bovina*. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica bovina en Colombia. ISBN: 97895885360604. Recuperado en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/3.10Anexo.PDF>

Moyano Salvago. (2003). *Bienestar Animal, experimentación, producción, compañía, zoológicos*. Argentina: Universidad de Córdoba.

Romero, NJ. (2009). *Características socioeconómicas y nivel de adopción tecnológica en sistemas de producción porcícola del municipio de Fusagasugá, Departamento de Cundinamarca, Colombia*. Revista Colombiana de Ciencia Animal 2(2):37-43.

Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E. & Ochoa L. (2011). *Buenas Prácticas Ganaderas*. Manual 3, proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, Banco Mundial, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCIÓN, TNC. Bogotá, Colombia. 82p. Consultado en: [https://issuu.com/javier\\_ganadero/docs/3.buenas.practicas.ganaderas](https://issuu.com/javier_ganadero/docs/3.buenas.practicas.ganaderas)

Velasco-Fuenmayor J., Ortega Soto L., Urdaneta F. & Sánchez E. (2009). *Relación entre el nivel de tecnología y los índices de productividad en fincas ganaderas de doble propósito localizadas en la cuenca del lago de Maracaibo*. Revista Científica FCV-LUZ/Vol. XIX, No. 1, 84 – 92. Consultado en: [https://www.researchgate.net/publication/262670007\\_Relacion\\_entre\\_el\\_nivel\\_de\\_te](https://www.researchgate.net/publication/262670007_Relacion_entre_el_nivel_de_te)

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

[cnologia y los indices de productividad en fincas ganaderas de doble proposito localizadas en la cuenca del lago de Maracaibo](#)

Zubieta R., Villadeamigo J. & Cianci L. (2013). *Índices de Nivel Tecnológico –su papel en una estrategia de desarrollo-*. Programa Interdisciplinario para el Desarrollo (PIUBAD). Universidad de Buenos Aires. Simposio VIII. Consultado en: [http://www.uba.ar/archivos\\_secyt/image/SIMPOSIO%20VIII%20Documento.pdf](http://www.uba.ar/archivos_secyt/image/SIMPOSIO%20VIII%20Documento.pdf)



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



## IMPORTANCIA Y SUSTENTABILIDAD DEL TRABAJO COMUNITARIO DE LOS ACUEDUCTOS VEREDALES DE DUITAMA

## IMPORTANCE AND SUSTAINABILITY OF COMMUNITYWORK OF THE DISTRICT AQUEDUCT SYSTEMS IN DUITAMA CITY

*Nidia Stella Rincón Parra*

Docente Ocasional

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

[orcid.org/0000-0002-5956-6610](https://orcid.org/0000-0002-5956-6610)

[nidia.rincon@unad.edu.co](mailto:nidia.rincon@unad.edu.co)

*Nubia Stella Salazar Villamil*

Docente Ocasional

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

[orcid.org/0000-0003-1309-4942](https://orcid.org/0000-0003-1309-4942)

Grupo de Investigación SIGCIENCY

[nubia.salazar@unad.edu.co](mailto:nubia.salazar@unad.edu.co)

*Cesar Augusto Figueredo Garzón*

Docente Ocasional

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

[orcid.org/0000-0002-7381-0042](https://orcid.org/0000-0002-7381-0042)

[cesar.figueredo@unad.edu.co](mailto:cesar.figueredo@unad.edu.co)

ZCBOY CEAD Duitama

Grupo de Investigación: SIGCIENCY

---

### RESUMEN

Duitama cuenta con 21 acueductos veredales legalmente constituidos los cuales son entidades comunitarias sin ánimo de lucro, estos se constituyeron a partir de la necesidad de la comunidad para acceder al servicio de agua potable, ellos manifiestan dificultades para el desarrollo de su gestión, razón por la cual se hizo necesario hacer el Seminario-Taller Importancia y Sustentabilidad de los Acueductos Veredales de Duitama, como una de las estrategias para obtener información fidelizada, en el marco de la investigación Diseño de un modelo de Gestión Integral Gerencial aplicando Reingeniería de procesos para los acueductos Veredales de la Ciudad de Duitama Boyacá. Fase 1. Se realizó un estudio de tipo descriptivo - cualitativo, utilizando la técnica de Grupos de Discusión aplicado a todo el grupo asistente, la información se analizó a partir de 4 categorías relevantes las cuales fueron: Las dificultades al interior del acueducto en el área

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Financiera, Administrativa, Legal y Operativa desde la perspectiva de la Entidad prestadora y desde la perspectiva de los usuarios, la calidad de la prestación del servicio. De esta actividad de indagación se llegó a identificar la situación vivida por parte de la comunidad en cuanto a la falta de una estructura tarifaria, ausencia institucional gubernamental, falta de consciencia del adecuado uso del recurso hídrico entre otras; sin embargo es de resaltar el gran esfuerzo colectivo que estas comunidades realizan a diario en procura de mejorar su calidad de vida a partir del recurso vital.

**Palabras Claves:** Acueducto, servicio, calidad, comunidad, recurso hídrico,

#### ABSTRACT

Duitama has 21 districtaqueduct systems which are non-profit community entities, these were formed due to the necessity of the community in order to access to safe drinking water service. The community have manifested difficulties in the development of this activities and it was because of that, the workshop "Importance and sustainability of districtaqueduct systems in Duitama" were created as a strategy to get loyalized in formation fort here search "Design of a model of Integral management, applying green gineering process for the districtaqueduct systems in Duitama City –Boyaca "Fase 1. It was carried out a descriptive-qualitativ estudy using the discussion groups technique and applying ot to all the assistant group, the information was analyzed from the 4relevantcategorieswhichwere: Difficulties with in the aqueduct in the Financial area, Administrative, Legal and Operative from the perspective of the Provider Entity and from the perspective of the users, the quality of the service. From this researchactivity we could in detify the community situation with the lacks of tariffs tructure, government talab sence, lack of awareness of the adequate use of water resources, among others. How everitis important to highlight the great collective effort that these communities make every day in order to improve their life quality from the vital resource.

**Keywords:** districta queduct systems, Service, Quality, Community, hidricre source.

#### INTRODUCCIÓN

En Duitama existen 21 acueductos veredales legalmente constituidos, los cuales surgen a partir de la necesidad sentida de sus comunidades en cuanto a la falta de agua potable, y la falta de gestión de los entes gubernamentales en este caso de la Alcaldía Municipal, responsable de asegurar el suministro tal como reza en la ley 142 en su artículo 15 numeral 4, en relación con las organizaciones autorizadas para prestar los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico en municipios menores, zonas rurales y áreas urbanas específicas.



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Los acueductos veredales son Organizaciones comunitarias sin ánimo de lucro, no generan utilidad a ningún privado, pero si su gran misión es prestar el servicio, siendo los usuarios los mismos responsables y autogestores de la prestación del servicio.

El principal problema que aqueja a los acueductos veredales de Duitama, es no contar con los recursos necesarios para cubrir sus costos operativos, lo que genera dificultad en la evolución organizacional, técnica y de cumplimiento de la normatividad vigente, ya que esta última no es fácil de cumplir por parte de estos entes comunitarios, tal como lo plantea (Valencia, 2008), citado por Mesa (2013).

El Gobierno considera a los acueductos comunitarios como un problema para la Ley 142 de 1994, que pone en riesgo el futuro del sector, al no contar con los recursos necesarios para expandirse, mantener las inversiones y sostener los equipos para la prestación del servicio. Adicionalmente, no hay una reglamentación específica para este tercer sector y se le obliga a cumplir con la misma normatividad que regula las grandes empresas del mercado, lo cual se ha convertido en un gran escollo para las organizaciones comunitarias, pues tienen enormes dificultades para aplicar el reglamento que expide la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, CRA (Valencia, 2008, p. 133).

A partir de lo anterior se vio la necesidad de realizar el Seminario-Taller Importancia y Sustentabilidad de los Acueductos Veredales de Duitama, como una de las estrategias para obtener información fidelizada, en el marco de la investigación Diseño de un modelo de Gestión Integral Gerencial aplicando Reingeniería de procesos para los acueductos Veredales de la Ciudad de Duitama Boyacá. Fase 1. Para poder sensibilizar, pero a su vez identificar de primera mano las mayores situaciones problema de estas comunidades.



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

#### OBJETIVO

Identificar la importancia y sustentabilidad del trabajo comunitario que realiza los integrantes de los acueductos veredales legalmente constituidos de la Ciudad de Duitama, para visibilizar y analizar la problemática en que se encuentran, con el fin de conocer sus fortalezas y potencialidades, así como sus dificultades comunes, logrando generar en primera instancia unos planteamientos propios de solución.

#### METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de tipo descriptivo - cualitativo, donde la población objetivo fue los asistentes al taller anteriormente mencionado, esta población es homogénea en cuanto todos pertenecen a los acueductos veredales de Duitama en su parte de prestadores y usuarios; no se sacó tamaño muestral sino que se realizó la recolección de la información con toda la población asistente, la técnica de recolección de información empleada fue “GRUPOS DE DISCUSIÓN, según Campoy y Gomes (2009).

Está formado por un grupo reducido de personas, que se reúnen para intercambiar ideas sobre un tema de interés para los participantes, a fin de resolver un problema o tratar un tema específico. La sesión está cuidadosamente planificada y se rige por las normas propias del proceso.

Para analizar la información recolectada se utilizó las fases propias de Grupos de discusión para tal fin, en primera instancia se hizo la transcripción de la información donde se consolidó sistemáticamente, en seguida se realizó la clasificación de esta información en las categorías relevantes las cuales fueron: Las dificultades al interior del acueducto en el área Financiera, Administrativa, Legal y Operativa, desde la perspectiva de la Entidad prestadora y desde la perspectiva de los usuarios, la calidad de la prestación del servicio;



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

posteriormente se procedió a realizar la descripción de la información y su respectiva interpretación donde se explica de manera detallada y estructurada la información obteniendo un reflejo de la realidad actual sentida por esta comunidad.



### RESULTADOS

Como resultado del Seminario-Taller Importancia y Sustentabilidad de los Acueductos Verdales de Duitama, se obtuvo: En los puntos más críticos de los prestadores del servicio se identificó no cuenta con una estructura tarifaria que les permita identificar los costos de prestación del servicio que les genere la sustentabilidad del acueducto y a su vez contar con recursos que soporten los proyectos de inversión para garantizar la permanencia del acueducto veredal.

De otra parte se identifica que si bien tienen una estructura organizacional propia de acueducto comunitario, les falta establecer estrategias de control del uso inadecuado del recurso hídrico por parte de los usuarios, es decir, no cuentan con un sistema de micromedición en el 100% de ellos, así mismo es preocupante el sentir de estas comunidades en cuanto al silencio administrativo de las entidades gubernamentales; finalmente la mayoría de los usuarios manifiestan que no cuentan con la calidad y cantidad de agua, aduciendo que es necesario la formulación de estrategias que garanticen este servicio vital.

A pesar de estas dificultades descritas anteriormente las comunidades no desfallecen en un esfuerzo comunitario y permanente; por el contrario, ellos cumplen una función esencial, como es llevar el recurso hídrico a zonas donde el estado no hace presencia.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campoy, T. & Gomes, A. (2009). Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. Manual básico para la realización de tesinas, tesis y trabajos de investigación.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Recuperado de [http://www2.unifap.br/gtea/wp-content/uploads/2011/10/T\\_cnicas-e-instrumentos-cualitativos-de-recogida-de-datos1.pdf](http://www2.unifap.br/gtea/wp-content/uploads/2011/10/T_cnicas-e-instrumentos-cualitativos-de-recogida-de-datos1.pdf)

Decreto 421/2000, de 8 de marzo. por el cual se reglamenta el numeral 4 del artículo 15 de la Ley 142 de 1994, en relación con las organizaciones autorizadas para prestar los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico en municipios menores, zonas rurales y áreas urbanas específicas. Recuperado de: <http://www.minvivienda.gov.co/DecretosAgua/0421%20-%202000.pdf>

Decreto 1898/2016, de 23 de noviembre. Por el cual se adiciona el Título 7, Capítulo 1, a la Parte 3, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, que reglamenta parcialmente el artículo 18 de la Ley 1753 de 2015, en lo referente a esquemas diferenciales para la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en zonas rurales. Recuperado de: <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201898%20DEL%2023%20DE%20NOVIEMBRE%20DE%202016.pdf>

Mesa, J., Muñoz, C. & Agudelo, G. Comunidades organizadas y el servicio público de agua potable en Colombia: una defensa de la tercera opción económica desde la teoría de recursos de uso común. Ecos de Economía, pp. 133-134. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ecos/v17n37/v17n37a6.pdf>

Ley 142/1994, de 11 de junio. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Recuperado de: <http://www.superservicios.gov.co/content/download/4977/47233>



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



## ACOPLAMIENTO MOLECULAR: ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN DE METABOLITOS DE PLANTAS COMO INHIBIDORES DE LA CICLOOXIGENASA

### MOLECULAR DOCKING: STUDY OF THE INTERACTION OF METABOLITOS OF PLANTS AS INHIBITORS OF THE CICLOOXYGENASE

*Yornei Pérez Contreras,  
Aldo F. Combariza*

Universidad de Sucre

Grupo de Investigación: Modelamiento Molecular y Simulación Computacional In Silico  
mail: yorneirperez@gmail.com

---

#### RESUMEN

Los estudios computacionales en los últimos años han permitido un gran avance para la investigación de moléculas con gran actividad biológica, convirtiéndose esto en parte fundamental para el diseño y descubrimiento de fármacos de gran interés. Para la presente investigación hemos utilizado herramientas computacionales como lo es el Docking Molecular para describir la relación estructura-actividad entre las isoenzimas COX 1 y 2 con metabolitos secundarios de plantas (flavonoides), esto con el fin de evaluar la actividad antiinflamatoria desde el punto de vista atómico y energético que pueden tener estructuras químicas provenientes de productos naturales de plantas, lo cual se convierte en una alternativa de gran importancia para el descubrimiento de fármacos. Los resultados del Docking mostraron que la quercetina fue el ligando que mostró la mayor selectividad relativa con un índice de selectividad proteína-ligando (ISPL) de 1.17, mientras que kaempferol mostró un ISPL de 0.91. Teniendo en cuenta los parámetros de estabilidad y selectividad podemos decir que de todos los ligandos utilizados, la quercetina sería el ligando que mejor se ancla en el sitio activo de la COX-2.

**Palabras clave:** enzimas ciclooxigenasa, ligando, metabolitos, antiinflamatorio, Acoplamiento Molecular, flavonoide.

#### ABSTRACT

Computational studies in recent years have allowed a breakthrough for the investigation of molecules with high biological activity, becoming a fundamental part for the design and discovery of drugs of great interest. For the present investigation we have used computational tools such as Molecular Docking to describe the structure-activity relationship between COX 1 and 2 isoenzymes with secondary metabolites of

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

plants (flavonoids), in order to evaluate the anti-inflammatory activity from the point of view atomistic and energetic view that can have chemical structures coming from natural products of plants, which becomes an alternative of great importance for the discovery of drugs. Docking results showed that quercetin was the ligand that showed the highest relative selectivity with a protein-ligand selectivity index (ISPL) of 1.17, while kaempferol showed an ISPL of 0.91. Taking into account the parameters of stability and selectivity we can say that of all the ligands used, quercetin would be the ligand that best anchors in the active site of COX-2.

**Keywords:** enzymes Cyclooxygenase, ligand, metabolites, antiinflammatory, Molecular Docking, flavonoid.



### INTRODUCCIÓN

Hoy día en la práctica clínica es muy frecuente el uso de los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs). Estos son fármacos que aportan muchos beneficios, pero a la vez pueden causar efectos secundarios sobre la salud de las personas (problemas cardiovasculares, respiratorios, en el sistema nervioso, entre otros) (Onigbinde *et al*, 2014). Debido a la problemática mencionada se hace urgente acelerar las investigaciones que permitan conocer de manera más detallada los mecanismos de acción que involucren la utilización de productos naturales de plantas como agentes farmacológicos (Manigandan y Ramanathan, 2014). Para ello es indispensable el uso de herramientas computacionales como la química computacional y más específicamente el Acopamiento Molecular (Docking), dicho campo nos permite predecir desde el punto de vista atomístico los mecanismos de acción que se llevan a cabo en la inhibición de procesos de inflamatorios (Nasir *et al*, 2014).

En los procesos inflamatorios actúa una enzima que juega un papel muy importante como lo es el caso de la Ciclooxygenasa (COX). Principalmente se conocen dos isoformas de la enzima COX: COX-1 y COX-2, enzimas con alrededor de 600 aminoácidos cada una; los sitios activos de ambas biomoléculas tienen la particularidad de ser muy similares presentando una mínima diferencia en la posición de dos de sus aminoácidos. La COX-1 está presente en todos los tejidos y es responsable de la integridad de la mucosa gástrica y duodenal, mientras que la COX-2 actúa como mediadora en procesos inflamatorios (Hickey

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

*et al*, 2015). La presente investigación involucra la utilización de técnicas computacionales, como lo es el Acoplamiento Molecular para conocer la relación estructura-actividad en procesos inflamatorios que involucra la participación de una serie de metabolitos secundarios de plantas (flavonoides) sobre la inactivación de las isoformas de la COX. Entre los flavonoides utilizados encontramos: la apigenina, Crisina, Luteolina, Quercetina, Morina, Galangina, Baicaleina y Caemferol (Singh *et al*, 2014).



### OBJETIVOS

- Utilizar herramientas de la química computacional para describir la relación estructura- actividad en procesos que involucran la acción de metabolitos secundarios de plantas para inhibir la enzima Ciclooxygenasa (1 y 2).
- Describir los mecanismos de interacción en sistemas proteína-ligando y cuantificar dichos mecanismos en términos de parámetros energéticos.
- Cuantificar el nivel energético de anclaje de acuerdo a las energías de unión de cada interacción proteína-ligando.

### METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la presente investigación se resume en los siguientes pasos:

**Primer paso:** Utilizar el método de la Mecánica Molecular para minimizar las estructuras de los flavonoides (apigenina, Luteolina, Kaempferol, Quercetina, Galangina y Morina) y obtener configuraciones iniciales para cálculos *ab initio*.

**Segundo Paso:** Optimización Geométrica de las estructuras de los flavonoides con mecánica cuántica para obtener las estructuras de menor energía.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



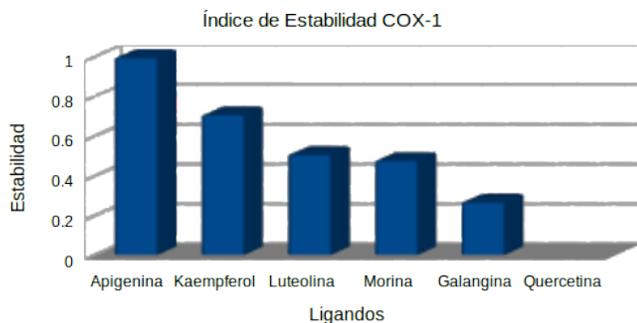
**Tercer Paso:** Utilizar el programa AutoDock Vina para realizar el Acoplamiento Molecular entre las enzimas COX (1 y 2) y las estructuras de los ligandos. Con esto se obtuvieron las estructuras deformadas de los flavonoides por la interacción con la proteína.

**Cuarto paso:** se obtuvieron las energías de interacción y se ordenaron de acuerdo a las características estructurales de cada ligando y a las interacciones ligando-proteína.

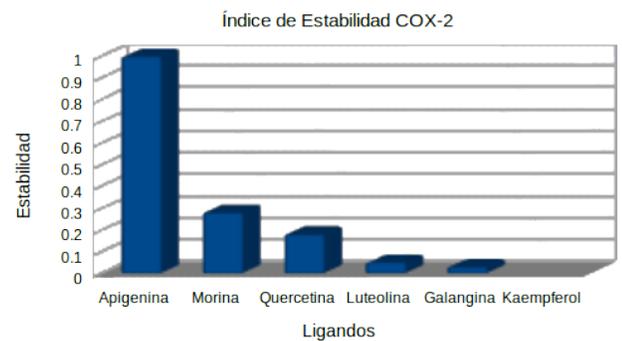
**Quinto paso:** Establecer un Índice de Estabilidad (I.E) con el fin de cuantificar la fuerza ejercida por la interacción del sitio activo de la proteína con cada ligando.

**Sexto paso:** Establecer un Índice de Selectividad (I.S) para mostrar de manera numérica y relativa la afinidad por una u otra forma isomérica de la COX.

### RESULTADOS



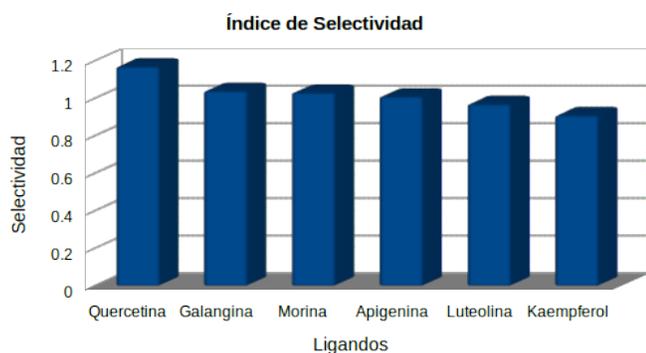
**Figura 1.** Índice de estabilidad entre la COX-1 y los seis ligandos. Se muestra a la apigenina como el ligando con mayor estabilidad.



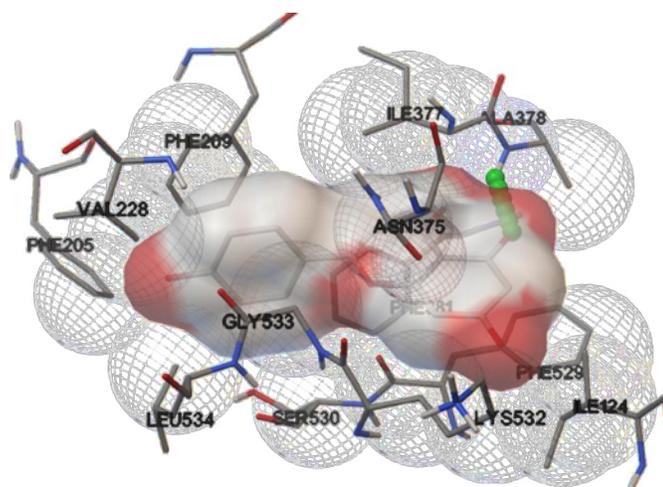
**Figura 2.** Índice de estabilidad entre la COX-2 con cada uno de los ligandos. Aquí también la apigenina muestra mayor estabilidad.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Figura 3.** Índice de selectividad: se muestra a la quercetina con la mayor selectividad, mientras que el kaempferol es el menos selectivo por la COX.



**Figura 4.** Acople COX-2-Apigenina. En el centro de la figura se encuentra el ligando rodeado por los aminoácidos del sitio activo de la enzima que intervienen en la interacción. En color verde se observa la formación de un Puente de Hidrógeno.

### Perspectivas del trabajo

El presente trabajo hoy día juega un papel muy importante en el desarrollo de nuevas moléculas biológicas para disminuir o contrarrestar cierto tipo de patologías como lo es en este caso la inflamación; a esto se anexa la utilización de productos naturales de plantas para dichos fines. Lo anterior se logra gracias a la evolución de técnicas computacionales que han revolucionado la investigación científica, entre estas tenemos la Mecánica Cuántica, Dinámica Molecular, el Docking Molecular, entre otras. Esto toma mayor importancia debido a la gran cantidad de cálculos computacionales que se pueden realizar en un periodo corto de tiempo, por lo tanto esta investigación se encuentra a la vanguardia de las investigaciones biológicas de tipo in silicio.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### DISCUSIÓN

Se logró determinar la relación estructura-actividad en procesos inflamatorios que involucra la participación de una serie de metabolitos secundarios de plantas como la luteolina, galangina, kaempferol, apigenina, morina y la quercetina sobre la inactivación de la enzima Ciclooxygenasa (COX-1 y COX-2). En el acople COX-1/ligando se encontró que la apigenina fue el ligando que mostró la menor energía de acople con un valor de -8.88, mientras que la quercetina arrojó el mayor valor (-6.65); para el acople COX-2/ligando la apigenina también arrojó el menor valor energético (-8.93), entra tanto el kaempferol mostró el mayor valor (-7.51). Esto muestra que la apigenina es el ligando con la mejor estabilidad dentro del sitio activo de ambas enzimas. Por otro lado, la quercetina fue quien mostró la mayor selectividad relativa con un índice de selectividad proteína-ligando (ISPL) de 1.17, mientras que kaempferol mostró un ISPL de 0.91. Teniendo en cuenta los parámetros de estabilidad y selectividad podemos decir que de todos los ligandos utilizados, la quercetina sería el ideal para bloquear la COX-2.

### CONCLUSIONES

- Las interacciones de los flavonoides con los aminoácidos del sitio activo de las enzimas se dan principalmente a través de los grupos hidróxilos que presentan en su estructura. El número de dichos grupos -OH varían de acuerdo al tipo de flavonoide, pero es importante notar que un metabolito por tener más grupos -OH que otro no lo hace más estable o selectivo.
- Tanto la estabilidad como la selectividad de los ligandos son parámetros independientes, es decir, que el hecho que un ligando sea estable en el sitio activo de la enzima no quiere decir que también sea muy selectivo por la misma; esto se puede ver al comparar las gráficas de estabilidad y selectividad donde para el

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

primer caso, la apigenina presentó un mayor índice de estabilidad que el resto de los ligandos, lo cual no sucedió en el índice de selectividad.



### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Onigbinde, A; M’Kumbuzi V; Olaogun, M; Afolabi Joshua; Nondwe B; Manie S; Tarimo N. & Mukoka, G. (2014) Side effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs: The experience of patients with musculoskeletal disorders. *American Journal of Health Research*, Vol. 2, 106-112.

Hickey, E., Zindell, R., Cirillo, P., Wu, L., Ermann, M., Berry, A., Thomson, D., Albrecht, C., Gemkow, M. & Riether, D. Selective CB2 receptor agonists. Part 1: The identification of novel ligands through computer-aided drug design (CADD) approaches. (2015). *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. Vol 25, 575–580.

Singh, M. & Kaur, O. (2014). Flavones: An Important Scaffold for Medicinal Chemistry. *European Journal of Medicinal Chemistry*, Vol 84, 206–239.

Manigandan, V. & Ramanathan, T. (2014). *In silico* Screening of Cyclooxygenase Inhibitory Molecules from Margroves. *Trends in Bioinformatics*, 7 (1), 13-18.

Nasir, M., Emran, T., Rashid, M & Dash, R. Molecular docking and analgesic studies of *Erythrina variegata*'s derived phytochemicals with COX enzymes. *Biomedical Informatics*, 10(10): 630-636.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

## EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PRODUCTO DEL BENEFICIO DE CAFÉ EN EL MUNICIPIO DE PITALITO, HUILA



## EVALUATION OF WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS PRODUCT OF THE BENEFIT OF COFFEE IN THE MUNICIPALITY OF PITALITO, HUILA

*Luz Amparo Samboní Joaquí*  
*Oscar Eduardo Valbuena Calderón*  
Institución: CCAV Pitalito  
Grupo de Investigación: INYUMACIZO

### RESUMEN

La producción de café ocupa un importante renglón de la economía en Pitalito (H), al ser el mayor productor por volumen y calidad en Colombia; sin embargo, genera altos impactos negativos asociados al consumo de agua para su procesamiento, los cuales han causado efectos negativos sobre las fuentes hídricas. Este estudio tuvo como objetivo inicial, evaluar la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales producto del beneficio de café (*Coffea arabica* L.), pero debido a condiciones externas de operación de los sistemas de tratamiento, el estudio fue dirigido hacia la cuantificación de carga contaminante que genera los sistemas productivos de café en las diferentes etapas de lavado. Fueron evaluadas 14 fincas durante la época de mayor cosecha, con la misma tecnología de lavado, analizando 22 puntos de vertimientos en condiciones de laboratorio con métodos estándar; información que hizo parte del estudio huella ambiental de la empresa Mild Coffee Company Huila. Las variables analizadas fueron: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST); una vez obtenidos los datos se realizó el cálculo de la carga contaminante según fórmula general del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por cada momento de lavado y total, se condujo ANAVA mediante Infostat 2017, y se separaron las medias mediante LSD Fisher ( $p < 0,05$ ), evidenciando que hubo diferencia significativa entre los aportes en Carga Contaminante (CC) realizados por cada etapa de lavado durante el beneficio de café; además se realizó comparación de los vertimientos frente a la Resolución 0631 de 2015, encontrando que las concentraciones en cada una de las variables se encuentran por encima de límites máximos permisibles fijados en la normatividad ambiental vigente en Colombia.

**Palabras clave:** Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)- Demanda Química de Oxígeno (DQO) - Sólidos suspendidos Totales (SST) – Café – Aguas Residuales Industriales – Carga Contaminante (CC).

### ABSTRACT

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Coffee production stands as a major economy issue in Pitalito (H) since it is the largest producer in terms of volume and quality in Colombia; yet it generates high negative impacts related to water use for processing, which have caused negative effects as well to the watersheds. This study aimed to initially evaluate the efficiency of the treatment systems for coffee (*Coffea arabica* L.) processing, however due to external operational conditions of those treatment systems, the study was redirected towards quantification of pollution rate (CC) originated by coffee processing in different washing stages. 14 farms were selected during major harvest period, using the same washing technologies, analyzing 22 waste water discharges points using laboratory standardized methods, data taken from the Environmental Print study by Mild Coffee Company Huila. Analyzed variables were BOD5, COD and TSS, once the data was obtained a pollution rate (CC) was calculated using a general formula by the Ministry of Environment and Sustainable Development, in each one of the washing stages and as a total; ANOVA test was conducted using Infostat, 2017, were means were separated by LSD Fisher ( $p < 0,05$ ). The results showed that there are significant differences among the contributions made by each washing stage in relation to pollution rate (CC), thus a comparison against Resolution 0631/2015 was conducted, finding that waste water discharges accounted for concentrations above the maximum admissible limits fixed by actual environmental law in Colombia.

**Keywords:** Biochemical Oxygen Demand (BOD5) – Chemical Oxygen Demand (COD) - Total Suspended Solids (TSS) - Coffee – Industrial Waste Water – Pollution Rate.

### INTRODUCCIÓN

El café en Colombia es un sector fundamental en la economía nacional según la federación nacional de cafeteros de Colombia (FNC) debido a que más de 500.000 familias cultivan este producto siendo el gremio rural más grande del mundo (FNC, S.f). En el Huila, de 37 municipios del departamento, 35 son cafeteros convirtiéndose en el producto agrícola más importante la región (Comité de Cafeteros del Huila, 2015), de otra manera el Municipio de Pitalito es el mayor productor del grano de café en el departamento y en el país (DANE, 2015)

De acuerdo con el informe de prensa de la FNC del 26 de abril del 2017 en el marco del segundo encuentro de coordinadores de extensión realizado en la sede de café CENICAFE en Chinchiná Caldas, se dio como resultado de las investigaciones criterios que permitieron entregar un mensaje técnico a los caficultores del país, ajustados a la estrategia de la Federación Nacional de Cafeteros, tecnologías recomendadas para manejo de vertimientos producto del beneficio de café, siendo el más recomendado en la actualidad

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



el Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio (SMTA) para el manejo de contaminación que ocasiona el mucilago de café convirtiéndose en uno de los tratamientos de mayor economía y eficiencia, como también, reduce la contaminación hasta un 90%. Según el Centro de Investigaciones de café (CENICAFE), uno de los logros que se ha obtenido es la reducción de agua en el despulpado que paso del proceso convencional de 40 litros por kilo de café pergamino seco (cps) a 5 litros por kilo de cps en el proceso de beneficio ecológico como la tecnología de tanque tina que es recomendado para productores con predios entre 2-5 ha, la tecnología de beneficio Becolsub (Beneficio Ecológico para el Manejo de Subproductos del Café) que es un sistema ecológico que reduce el consumo de agua utilizando menos de 1 litro de agua por kilo de cps, sugerido para productores de 10 ha, y el sistema recomendado para grandes productores con predios de más de 20 ha en café es el Ecomill, tecnología de bajo impacto ambiental que utiliza 0,5 litros de agua por kilo de cps, estos vertimientos se pueden manejar con biodigestores, secado de lixiviados entre otros procesos. (FNC, 2017)

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales producto del beneficio de café en el municipio de Pitalito, estando este cultivo posicionado como el primer productor en importancia de consumo de agua, a diferencia de los demás productos cultivados en Colombia (Arévalo, 2011).

### OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales del beneficio de café en el municipio de Pitalito.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Cuantificar la carga contaminante generada en los sistemas productivos de café en el municipio de Pitalito.

Analizar el comportamiento y la eficiencia de los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales del beneficio del café con la normatividad ambiental vigente en el municipio de Pitalito.

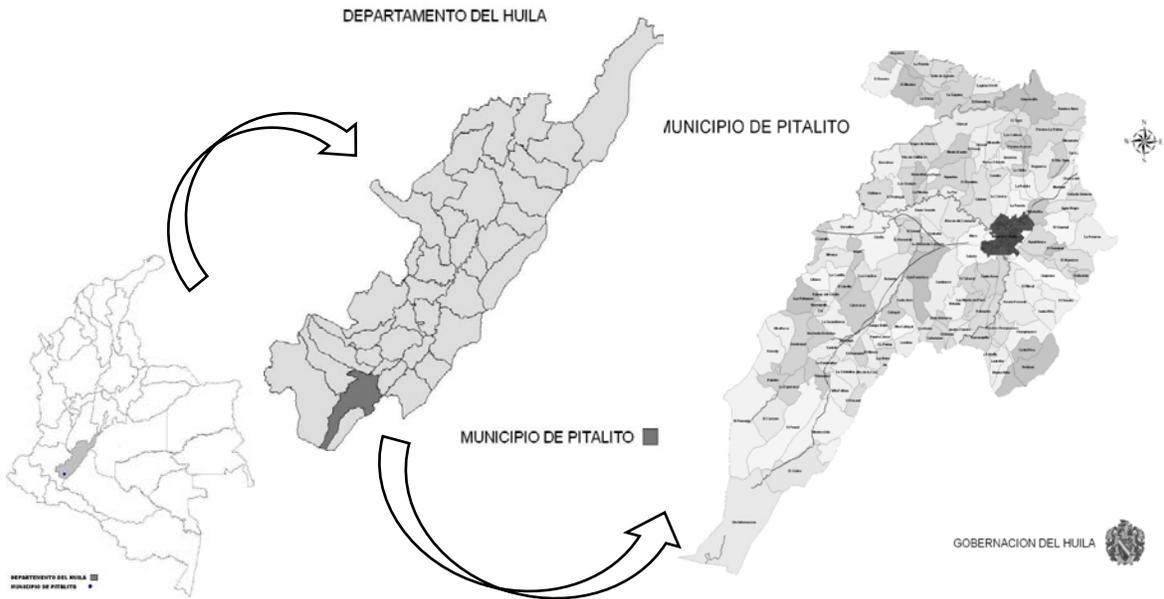
### METODOLOGIA

#### Materiales y Métodos

#### Descripción de la zona de estudio

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Figura 1.** Ubicación área de estudio – Mapa político Pitalito

Fuente: Adaptado (Valbuena, 2014)

El estudio se desarrolló en el Municipio de Pitalito – Huila (Figura 1.), ubicado dentro del cinturón de bosque subandino montano bajo (Baker, 1989), en plantaciones de café con elevaciones que varían desde los 1360 - 1540 m, en condiciones de pendiente moderada del 20-30%, y características agroclimáticas especiales para la producción cafetera: precipitación media anual de 1300 mm, temperatura promedio de 20 °C, promedio brillo solar de 8 horas luz/día, humedad relativa del 85% y radiación solar de 23 w/m<sup>2</sup> (Fuente: Estación Yamboró) Estas condiciones corresponden al ECOTOPO Cafetero 319<sup>a</sup>, ubicado en la cuenca del río Magdalena (Gómez *et al.*, 1991; Valbuena, 2014).

### Caracterización y selección de fincas cafeteras

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

La selección de fincas se realizó mediante muestreo no probabilístico que es una técnica de muestreo el cual no brinda a todos los individuos de la población la oportunidad de ser seleccionados para este fin, sino por la conveniencia, acceso, disponibilidad entre otros (Scharager, 2011), este trabajo fue desarrollado de acuerdo con un estudio que inicio en el mes de agosto del 2015 por Mild Coffee Company siendo un proyecto de investigación que pretende determinar la huellas ambiental como indicador en toma de decisiones en el manejo integral de la producción de cafés especiales de 500 unidades productivas en 16 asociaciones de cuatro municipios del sur del departamento del Huila como los son Pitalito, Acevedo, San José de Isnos y San Agustín, en los cuales esta empresa impulsa procesos de certificación y promueve la sostenibilidad ambiental en las actividades agrícolas y la conservación de los recursos hídricos, teniendo en cuenta para este estudio solo muestras del municipio de Pitalito (Mild Coffee Company Huila, 2015)

El proceso de beneficio que se realiza en las fincas objeto de este estudio aborda la tecnología tanque tina, sistema potencial en usuarios según el centro de investigaciones de café sobrepasando a un millón de unidades productoras agrícolas que corresponden a más del 90% de los pequeños caficultores en el país (FNC/CENICAFE, 2015), con lavado; primer enjuague: se adiciona agua superando unos 5 cm el nivel de café en el tanque, se agita fuertemente y se descarga el residuo concentrado el cual se denomina “cabeza de lavado”, segundo enjuague: se aplica agua superando 5cm aproximadamente, se agita de manera constante y se retira los flotes remanentes o conocidos por los caficultores como pasilla y se descarga los residuos, tercer enjuague: se repite el anterior proceso y se realiza la descarga de agua (CENICAFE, 2011).

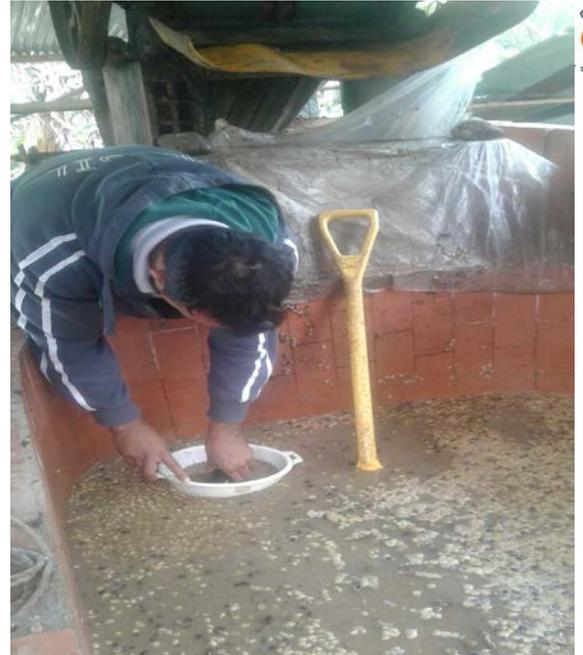


## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Figura 2.** Recolección de Muestras de aguas residuales de café



**Figura 3.** Recolección de Muestras de aguas residuales de café



**Figura 4.** Recolección de Muestras de aguas residuales de café

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### Selección de las variables

De acuerdo con la Resolución 0631 del 17 de marzo de 2015, en donde FNC/CENICAFE, especificaron las variables fisicoquímicas para fijar los límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales dentro del sector productivo agroindustrial. Por lo tanto, dentro del alcance de este estudio se consideraron las variables: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST), como las más sensibles como objeto de evaluación de la eficiencia de los sistemas y para la determinación de las cargas contaminantes de las aguas vertidas a las diferentes fuentes o al suelo, aportando tres cargas contaminantes en cada lavado (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

### Diseño experimental

Se midió la variable Carga Contaminante, resultado de los cálculos de las concentraciones vertidas desde los sistemas de beneficio a las fuentes hídricas o al suelo, con 22 repeticiones de evaluación, mediante la adición de 3 variables de calidad de agua. En cuanto a las variables de comportamiento y eficiencia, se realizó un análisis descriptivo de todos los sistemas y la situación encontrada al momento de la evaluación in situ.

### Análisis de los datos

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Cálculo de la Carga Contaminante (CC): El cálculo de la carga contaminante se da de la multiplicación del caudal promedio por la concentración de la carga contaminante por el factor de conversión de unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario medido en horas por día. Fórmula General (MINAMBIENTE, 2012):

$$C.C = Q * C * 0.0036 * t / 24$$

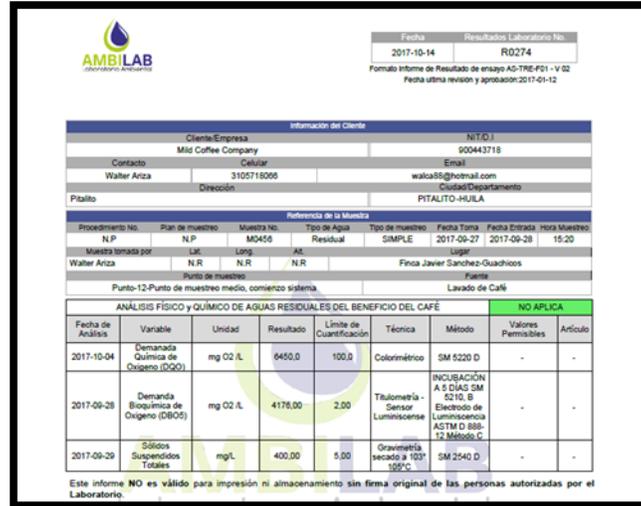
C.C = Carga contaminante (kg/día)

Q = Caudal de aguas residuales, en litros por segundo (l/s)

C = Concentración del elemento, sustancia o compuesto contaminante en miligramos por litro (mg/l).

0.0036 = Factor de conversión de unidades (mg/s a kg/h)

T = tiempo de vertimiento del usuario en horas por día (h)



| Fecha de Análisis | Variable                             | Unidad   | Resultado | Límite de Cuantificación | Técnica                         | Método  | Valores Permisionables | Artículo |
|-------------------|--------------------------------------|----------|-----------|--------------------------|---------------------------------|---|------------------------|----------|
| 2017-10-04        | Demanda Química de Oxígeno (DQO)     | mg O2 /L | 6450.0    | 100.0                    | Colorimétrico                   | SM 5220 D   | -                      | -        |
| 2017-09-28        | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | mg O2 /L | 4178.00   | 2.00                     | Tímetro-Sensor Luminescente     | INCUBACIÓN A 5 DÍAS SM 5210.9 Electrodo de Luminescencia ASTM D 889-12 Método C | -                      | -        |
| 2017-09-29        | Sólidos Suspendedos Totales          | mg/L     | 400.00    | 5.00                     | Gravimetría secado a 103° 155°C | SM 2540 D   | -                      | -        |

**Figura 5.** Formato de resultados de análisis de aguas en laboratorio

Fuente: Laboratorio AMBILAB SAS.

Una vez obtenidos los resultados de concentraciones por mediciones en laboratorio (Figura 5), se realizó el cálculo de las cargas contaminantes por cada momento del lavado del café, de manera que se cuantificó la carga aportada por cada unidad. Los datos de carga

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



contaminante fueron analizados mediante ANOVA con separación de medias LSD Fisher ( $p < 0.05$ ), lo cual permitió evaluar las concentraciones en carga contaminante por cada momento del proceso de beneficio (lavado) en las distintas unidades.

### RESULTADOS

**Cálculo Carga Contaminante.** Una vez obtenidos los datos de acuerdo con la metodología planteada se corrieron los datos por la fórmula dada por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (Minambiente), donde se calcularon las diferentes cargas contaminantes estudiadas en kilogramos por día, como se encuentra en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Cálculo de carga contaminante por variables y total

| NOMBRE FINCA        | No. LAVADO     | CC DQO<br>(Kg DQO<br>/ Día) | CC DQO<br>(Kg DBO<br>/ Día) | CC SST<br>(Kg SST<br>/Día) | TOTAL<br>CC<br>(Kg / Día) |
|---------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| William Camacho     | Primer Lavado  | 265,7                       | 115,4                       | 105,0                      | 486,1                     |
| Lucila Andrade      | Primer Lavado  | 495,7                       | 295,8                       | 75,0                       | 866,5                     |
| Moisés Chaguala     | Primer Lavado  | 285,7                       | 142,2                       | 35,0                       | 462,9                     |
| Clemencia Hernández | Primer Lavado  | 252,3                       | 142,5                       | 80,0                       | 474,8                     |
| Vicente Peña        | Primer Lavado  | 345,7                       | 232,5                       | 25,0                       | 603,2                     |
| Lauro castro        | Primer Lavado  | 122,3                       | 73,8                        | 24,9                       | 221,0                     |
| Silvio Piamba       | Primer Lavado  | 405,8                       | 213,6                       | 55,0                       | 674,4                     |
| Jarol Martínez      | Primer Lavado  | 167,3                       | 87,0                        | 20,0                       | 274,3                     |
| William Hermosa     | Primer Lavado  | 479,7                       | 254,5                       | 30,0                       | 764,2                     |
| James Villegas      | Primer Lavado  | 435,5                       | 267,0                       | 40,0                       | 742,5                     |
| Adolfo Cárdenas     | Primer Lavado  | SD                          | 311,4                       | SD                         | 311,4                     |
| Oscar Hoyos         | Primer Lavado  | SD                          | 252,0                       | SD                         | 252,0                     |
| Dagoberto Hoyos     | Primer Lavado  | SD                          | 39,2                        | SD                         | 39,2                      |
| Lucila Andrade      | Segundo Lavado | 107,8                       | 45,2                        | 7,0                        | 160,1                     |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|                     |                |       |      |      |       |
|---------------------|----------------|-------|------|------|-------|
| Clemencia Hernández | Segundo Lavado | 149,5 | 87,0 | 75,0 | 311,5 |
| Lauro castro        | Segundo Lavado | 37,8  | 19,7 | 11,4 | 68,9  |
| James Villegas      | Segundo Lavado | 81,2  | 27,2 | 13,3 | 121,7 |
| Adolfo Cárdenas     | Segundo Lavado | SD    | 97,6 | SD   | 97,6  |
| Lucila Andrade      | Tercer Lavado  | 26,2  | 12,1 | 8,0  | 46,2  |
| Clemencia Hernández | Tercer Lavado  | 49,5  | 0,0  | 10,0 | 59,5  |

Como se puede apreciar en la Tabla 1, se presentan los datos organizados por cantidad de carga contaminante en Kg/día, de cada una de las variables incluidas en el alcance de este estudio, así como el valor total de la carga contaminante obtenido mediante adición de los valores individuales que reflejan el total de la carga de cada uno de los vertimientos en cada finca y por cada etapa del proceso de lavado (lavado 1, lavado 2 y lavado 3).

### Comparación Estadística de la Carga Contaminante por Tipo de Lavado

En la Tabla 2. Se presentan los resultados de carga contaminante total en cada una de las fases de lavado, utilizando un análisis de varianza con universo de 22 puntos de muestra, un coeficiente de variación de 46,19% y 2 grados de libertad, debido al número de repeticiones obtenidos durante la fase de campo. Se realizó separación de medias por LSD (Least Statistical Difference) Fisher,  $p < 0,05$ , en donde las medias con diferencia significativas fueron representadas con letras diferentes (A, B, C).

**Tabla 2.** Resultados de Carga Contaminante Total de primer, segundo y tercer lavado

"TOTAL CC (Kg / Día)

| Variable | N | R <sup>2</sup> | Adj R <sup>2</sup> | CV |
|----------|---|----------------|--------------------|----|
|----------|---|----------------|--------------------|----|

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|           |    |      |      |       |
|-----------|----|------|------|-------|
| "TOTAL CC | 16 | 0,62 | 0,56 | 46,19 |
|-----------|----|------|------|-------|

#### Analysis of variance table (Partial SS)

| S.V.       | SS         | df | MS        | F     | p-value |
|------------|------------|----|-----------|-------|---------|
| Model.     | 707110,25  | 2  | 353555,13 | 10,56 | 0,0019  |
| No. LAVADO | 707110,25  | 2  | 353555,13 | 10,56 | 0,0019  |
| Error      | 435186,88  | 13 | 33475,91  |       |         |
| Total      | 1142297,14 | 15 |           |       |         |

**Test: Fisher LSD Alpha: =0,05 LSD: = 21,38773**

Error: 5,0000 df: 1

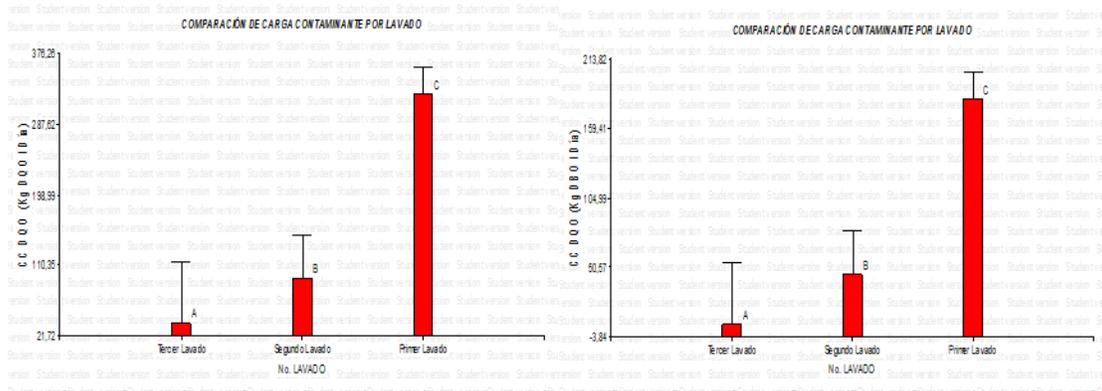
| No. LAVADO     | Means  | n  | S.E.   |   |
|----------------|--------|----|--------|---|
| Tercer Lavado  | 52,85  | 2  | 129,38 | A |
| Segundo Lavado | 165,55 | 4  | 91,48  | B |
| Primer Lavado  | 556,99 | 10 | 57,86  | C |

*Means with a common letter are not significantly different (p > 0,05)*

En la gráfica 2. se muestra que los vertimientos generados durante el primer lavado corresponden a una mayor concentración de carga contaminante, debido a que contienen la mayor cantidad de mucilago de café desprendido por la agitación homogénea del grano en los tanques-tina, representando el 66% de la materia orgánica que está presente en el grano en este primer lavado; y los vertimientos del lavado 2, corresponden a una menor concentración, debido a que se obtiene alrededor de 24 % del total de mucilago. (Orozco, 2003) Por lo anterior se evidencia mediante los resultados de la tabla que en el primer lavado hay una mayor concentración, considerándose “Cabeza de lavado” (Cenicafé, 2011), y en el segundo y tercer lavado hay menores concentraciones.

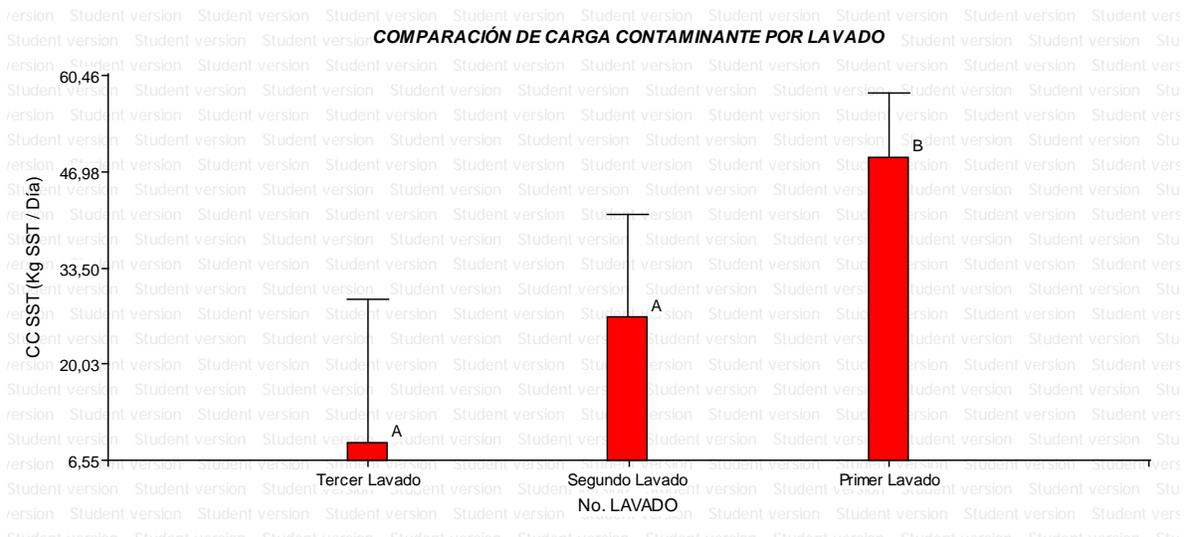
# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Gráfica 2:** Carga contaminante (CC) de Demanda Química de Oxígeno (DQO) (Izquierda) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (Derecha)

En la gráfica 2 se presenta la carga contaminante de la variable DQO y DBO5, en la que se observa que en el primer lavado aportan la mayor carga contaminante, como también se diferencia estadísticamente al resultado de segundo y tercer lavado, lo que indica grandes variaciones en los tres lavados.



**Gráfica 3:** Carga contaminante (CC) de Sólidos Suspendedos Totales (SST)

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



En la gráfica 3 de carga contaminante de la variable SST, según los resultados el segundo y tercer lavado no tienen diferencias significativas, sin embargo, se debe tener en cuenta que debido a las pocas repeticiones que tiene el segundo y tercer lavado el error es muy alto, pero claramente muestra la gráfica que si existe una diferencia en la concentración de CC.

#### **Análisis Descriptivo de Eficiencia y Comportamiento de los STAR**

Teniendo en cuenta que, al momento de formular el anteproyecto para la evaluación de sistemas de tratamiento de aguas residuales producto del beneficio de café, se realizó el acercamiento a campo para su debida caracterización, donde ya habían sido plenamente identificados dichos sistemas, se dio inicio a la fase de ejecución del mismo. Sin embargo, en esta fase de ejecución se encontró con el inconveniente que los productores no estaban utilizando los sistemas de tratamiento por diferentes complicaciones, por tanto, no pudieron ser objeto del estudio tal y como se había propuesto; de tal manera, se debió tomar la decisión de evaluar las cargas contaminantes de los diferentes momentos de lavado en el proceso de beneficio, y la variable de eficiencia de los sistemas de tratamiento no pudo ser lograda dentro del alcance de esta evaluación.

#### **Análisis de cumplimiento de las descargas del lavado con normatividad ambiental vigente**

Teniendo en cuenta que existe la normatividad ambiental vigente respecto a las concentraciones máximas permisibles de las variables objeto de este estudio (DBO5, DQO y SST), en la tabla 3, se presentan las concentraciones (mg/L) de cada una de las variables y el nivel de cumplimiento de acuerdo con la Resolución 0631 de 2015, Art. 9, así:

**Tabla 3:** Datos de análisis de resultados de muestreo.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



| TABLA DE DATOS PARA ANALISIS DE RESULTADOS DE MUESTREO |            |          |                          |          |                          |         |                          |
|--|------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------|---------|--------------------------|
| NOMBRE FINCA   | No. LAVADO | DQO      | Máximo Permisible (mg/L) | DBO      | Máximo Permisible (mg/L) | SST     | Máximo Permisible (mg/L) |
| William Camacho  | 1          | 26566,67 | 650                      | 11542,5  | 400                      | 10500,0 | 400                      |
| Lucila Andrade   | 1          | 49566,67 |                          | 29580,0  |                          | 7500,00 |                          |
| Moisés Chaguala  | 1          | 28566,67 |                          | 14220,00 |                          | 3500,00 |                          |
| Clemencia Hernández                                    | 1          | 25233,3  |                          | 14250,00 |                          | 8000,00 |                          |
| Vicente Peña   | 1          | 34566,7  |                          | 23250,00 |                          | 2500,00 |                          |
| Lauro castro   | 1          | 12233,3  |                          | 7380,00  |                          | 2485,71 |                          |
| Silvio Piamba  | 1          | 40583,3  |                          | 21360,00 |                          | 5500,00 |                          |
| Jarol Martínez   | 1          | 16733,3  |                          | 8700,00  |                          | 2000,00 |                          |
| William Hermosa  | 1          | 47974,0  |                          | 25450,00 |                          | 3000,00 |                          |
| James Villegas   | 1          | 43547,3  |                          | 26700,00 |                          | 4000,00 |                          |
| Adolfo Cárdenas  | 1          | SD       |                          | 31140,00 |                          | SD      |                          |
| Oscar Hoyos  | 1          | SD       |                          | 25200,00 |                          | SD      |                          |
| Dagoberto Hoyos  | 1          | SD       |                          | 3922,00  |                          | SD      |                          |
| Lucila Andrade   | 2          | 10783,33 |                          | 4524,00  |                          | 700,00  |                          |
| Clemencia Hernández                                    | 2          | 14950,0  |                          | 8700,00  |                          | 7500,00 |                          |
| Lauro castro   | 2          | 3783,3   |                          | 1965,00  |                          | 1142,83 |                          |
| James Villegas   | 2          | 8116,7   |                          | 2715,00  |                          | 1333,33 |                          |
| Adolfo Cárdenas  | 2          | SD       |                          | 9760,00  |                          | SD      |                          |
| Lucila Andrade   | 3          | 2616,67  |                          | 1208,00  |                          | 800,00  |                          |
| Clemencia Hernández                                    | 3          | 4950,0   |                          | 2,0      |                          | 1000,0  |                          |

Como se observa en la tabla 3. ninguno de los puntos muestreados por tipo de lavado se encuentra dentro del límite de cumplimiento de la autoridad ambiental ya que frente a los parámetros fisicoquímicos a monitorear en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas a cuerpos de agua superficiales de actividades productivas, los límites máximos permisibles para las variables estudiadas para el proceso de café con proceso

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

tradicional son; DQO = 650, DBO5 = 400, y SST = 400, obteniendo en la tabla solamente en el primer lavado valores de; DQO entre 12233,3-49566,67, DBO5 entre 3922,00 - 31140,00 y SST entre 2000,00 - 10500,0.



### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arevalo, D. L. (2011). Estudio nacional de Huella Hídrica Colombia. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 101-126.
- CENICAFE. (2004). Beneficio del café. 1. Despulpado, remoción del mucílago y lavado. CHINCHINA. COLOMBIA: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE - Cenicafé.
- Cenicafé. (Junio de 2011). Construya su tanque tina para la fermentación y el lavado de café. Recuperado de: <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt04081.pdf>
- CENICAFE. (31 de Marzo de 2016). Manejo de Subproductos. Recuperado de: [http://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/manejo\\_de\\_subproductos/cultivemos\\_cafe\\_manejo\\_de\\_subproductos](http://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/manejo_de_subproductos/cultivemos_cafe_manejo_de_subproductos)
- CENICAFE/FNC. (Marzo de 2011). Controle los flujos de cafe y agua en el modulo Becolsub. Recuperado de: <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0405.pdf>
- Comité de Cafeteros del Huila. (2015). Perfil de la Caficultura Huilense. Recuperado de: [https://huila.federaciondecarteros.org/fnc/nuestros\\_cafeteros/category/118](https://huila.federaciondecarteros.org/fnc/nuestros_cafeteros/category/118)
- Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*.
- DANE. (13 de Agosto de 2015). *La Economía del Departamento del Huila: Diagnostico y Perspectivas de Mediano Plazo*. Recuperado de: <http://www.andi.com.co/SecTH/Documents/ESTUDIO%20REGIONAL%20HUILA%20FINAL%20Ago%202014.pdf>
- DANE. (04 de Agosto de 2017). Recuperado el Octubre de 2017, de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2016/boletin\\_ena\\_2016.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2016/boletin_ena_2016.pdf)

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



- FAO. (1996). Cumbre Mundial Sobre la Alimentación. Roma Italia.
- FNC. (27 de Abril de 2017). Productores disponen de cada vez más opciones para manejar y reducir aguas residuales del café. Recuperado de: [https://www.federaciondefeferos.org/clientes/es/sala\\_de\\_prensa/detalle/productores\\_disponen\\_de\\_cada\\_vez\\_mas OPCIONES\\_PARA\\_MANEJAR\\_Y\\_REDUCIR\\_AGUAS/](https://www.federaciondefeferos.org/clientes/es/sala_de_prensa/detalle/productores_disponen_de_cada_vez_mas OPCIONES_PARA_MANEJAR_Y_REDUCIR_AGUAS/)
- FNC. (S.f). FNC en Cifras. Recuperado de: [https://www.federaciondefeferos.org/clientes/es/quienes\\_somos/fnc\\_en\\_cifras/](https://www.federaciondefeferos.org/clientes/es/quienes_somos/fnc_en_cifras/)
- FNC/CENICAFE. (2015). Beneficio de Cafe en Colombia. Cenicafé.
- FNC-Cenicafe . (2015). Beneficio de Cafe en Colombia. Comité Editorial Cenicafé.
- Matuk V., V., Puerta Q., G., & Rodriguez V., N. (1997). Impacto biológico de los efluentes del beneficio humedo del café. 235.
- Mild Coffee Company Huila. (2015). INFORME DE PROGRESO PACTO MUNDIAL 2015 MILD COFFEE COMPANY HUILA S.A.S C.I. Neiva.
- MINAMBIENTE. (25 de Octubre de 2010). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolucion 2086. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Regimen-Sancionatorio-Ambiental/res\\_2086\\_251010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Regimen-Sancionatorio-Ambiental/res_2086_251010.pdf)
- MINAMBIENTE. (21 de Diciembre de 2012). Decreto 2667. Decreto No. 2667 de 2012 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de Marzo de 2015). Resolucion No. 0631. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de Marzo de 2015). Normativa Ambiental - Resoluciones - 2015. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res\\_631\\_marz\\_2015.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf)
- Naciones Unidas. (2003). Agua para todos agua para la vida. Paris, Francia: UNESCO.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

- Orozco, P. A. (2003). Arranque y puesta en marcha de un reactor metanogenico tipo UAF para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del cafe. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/978/1/paulaandreaorozcorestrepo.200.pdf>
- Ramirez, L. J. (2008). Infraestructura bajo el enfoque de una produccion más limpia en el subsector cafetero. Neiva Huila: Surcolombiana S.A.
- Rodriguez, N. (2015). Beneficio del Cafe en Colombia. Comité Editorial Cenicafé.
- Samboni Joaqui, L. A. (08 de Febrero de 2017). Caracterizacion de sistemas de tratamiento de aguas residuales del beneficio del cafe. Pitalito, Huila, Colombia.
- Scharager, J. (2011). *Muestreo no Probabilistico*. Obtenido de Metodología de la investigación para las ciencias sociales. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. Recuperado de: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31715755/muestreo.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1507726879&Signature=eRJZio4rD3dLny0pou1aWvfrWMM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologia\\_de\\_la\\_Investigacion\\_Escue](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31715755/muestreo.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1507726879&Signature=eRJZio4rD3dLny0pou1aWvfrWMM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologia_de_la_Investigacion_Escue)
- Valbuena, O. E. (Noviembre de 2014). Evaluación de la calidad de suelo en plantaciones de Coffea arabica L. var. Caturra, en tecnologías de producción intensiva y tradicional en Pitalito-Huila.
- Zambrano, D., & Rodriguez V., N. (2010). Los Subproductos del cafe: Fuente de Energia Renovable. *Avances Tecnicos Cenicafe* 393, 3.
- Zambrano, D. A. (2006). Tratamiento Anaerobio de las aguas mieles del café. *Tratamiento Anaerobio de las aguas mieles del café*, 5.
- Zambrano, D. A., & Isaza, J. D. (1998). Demanda química de oxígeno y nitrógeno total, de los. *Cenicafe*, 279-289.



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



## DIAGNÓSTICO DE CARACOLES VECTORES DE ENFERMEDADES PARASÍTICAS EN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CORREGIMIENTO EL VÍNCULO, MUNICIPIO DE BUGA- VALLE DEL CAUCA

### DIAGNOSIS OF SNAIL VECTORS OF PARASITIC DISEASES IN THE WATER SUPPLY SYSTEM OF THE EL VÍNCULO TOWNSHIP, MUNICIPALITY OF BUGA- VALLE DEL CAUCA

Luis Felipe Arteaga Aguilera

Ángela María Arango Arias

Estudiantes del Programa de Ingeniería Ambiental- Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Oscar Eduardo Sanclemente Reyes

Docente Ocasional

UNAD – Centro Sur

Grupo de Investigación Producción Sostenible

[fil\\_091@hotmail.com](mailto:fil_091@hotmail.com)

[angelamaria1280@hotmail.com](mailto:angelamaria1280@hotmail.com)

[oscar.sanclemente@unad.edu.co](mailto:oscar.sanclemente@unad.edu.co)

---

#### RESUMEN

El manejo convencional de cultivos y ganadería en cuencas hidrográficas de sistemas de abastecimiento de agua potable, está generando eutroficación por la excesiva concentración de nutrientes solubles. Los organismos más frecuentes son algas, plantas acuáticas, moluscos y crustáceos, que incrementan exponencialmente sus poblaciones y ocasionan detrimento del ecosistema. Algunas especies incluso como *Melanoides tuberculata* y *Lymnaea columella* son perjudiciales por albergar microorganismos patógenos para el hombre y algunos animales. La presente investigación, tuvo como objetivo realizar diagnóstico de las causas de aparición de caracoles en la planta de abastecimiento de agua potable del Corregimiento El Vínculo (Buga, Valle del Cauca). Para ello, se realizó muestreo de agua en el río Sonsito, para determinar algunos parámetros físicos y químicos durante el año 2016 y 2017. Se evaluó la concentración de algas de la especie *Hydrodictyon Reticulatum*, ligada al ciclo biológico de los caracoles. Los resultados indicaron altas concentraciones de nitratos (11,6 mg/L) y nitritos (0,3 mg/L) excediendo los límites máximos permisibles de la normatividad colombiana para agua potable. Adicionalmente, se observó eutroficación de algas en la planta (280 mg/L) que según literatura es fuente de alimento y habitat reproductivo de los caracoles. Con la

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



realización de la matriz DOFA se determinó el tratamiento más viable que es la cloración fraccionada, logrando una remoción aproximada del 87% en las poblaciones de caracoles. Este tipo de estudios permiten conocer las causas de aparición de problemáticas a la salud ligadas a la presencia excesiva de organismos vectores de enfermedades, para lograr soluciones integrales.

**Palabras clave:** Nutrientes, Vectores, Contaminación de aguas, Potabilización, Eutroficación

### ABSTRACT

The conventional handling of crops and stockbreeding in watersheds of water supply system potable, is generating eutrophication by the excessive concentration of soluble nutrients. The most frequent organisms are seaweeds, aquatic plants, molluscs and crustaceans, which are exponentially increase their populations and they cause detriment to the ecosystem. Some species even *Melanoids tuberculata* and *Lymnaea columella* they are harmful by for hosting pathogenic microorganisms for man and some animals. The present investigation had as objective evaluate of preliminary way the causes of the appearance of snails in the potable water supply plant of the corregimiento the Vínculo (Buga, Valle del Cauca). For this it was necessary, to performed sampling of water in the river Sonsito, hydric source that supplies to the plant to determine some physical and chemical parameters during the year 2016 and 2017. It was evaluated the concentration of seaweeds of the *Hydrodictyon Reticulatum* species, is tied at the cycle biological of the snails. The results they indicated high concentrations of nitrates (11, 6 mg/ L) and nitrites (0, 3 mg/ L) it exceeding the maximum permissible limits of the Colombian normativity for potable waters. Additionally, it was observed eutrophication of algae in the plant (280 mg/l) that according literature is source of food and reproductive habitat of snails. With the realization of the DOFA matrix it was determined the most viable treatment that is fractional chlorination, achieving an approximate removal of 87% in snails populations. This type of studies allow us to know the causes of appearance of health problems linked to the excessive presence of organism vectors of diseases, for achieve integral solutions.

**Keywords:** Nutrients, Vectors, Water contamination, Potabilization, Eutrophication

### INTRODUCCIÓN

En la planta de abastecimiento de agua potable el Corregimiento el Vínculo – Buga Valle que abastece a una población de 570 personas se presenta sobrepoblación de caracoles *M. tuberculata* y *L. columella* seguido del alga *H. Reticulatum*;; los caracoles son vectores causantes de la enfermedad esquistosomiasis del genero *Shistosoma* (Organización Mundial de la Salud - OMS, 2017) y la fascioliasis proveniente de la fasciola hepática (Salazar *et al.*, 2006); Seguidamente se presenta proliferación de algas están presentes en los filtros lentos de arena descendente, evidenciando el aumento en el fondo y en la superficie contribuyendo el crecimiento de los caracoles, es decir, creando una cadena trófica

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

tomándola como hábitat para la supervivencia. Estos moluscos son utilizados como bioindicadores de contaminación del agua (Álvarez, 2005; CAR, 2012).

Desde el campo de la ingeniería hay medidas ambientales que se pueden llevar a cabo para indagar los diferentes impactos que se puedan generar en las zonas investigadas. Con la caracterización de la zona se evidenció que el manejo y uso del suelo de los alrededores de la subcuenca del río Sonsito predomina la zona ganadera y producción agrícola información suministrada por funcionario de la autoridad ambiental Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – C.V.C Sede Buga.

La ganadería de manera intensiva provoca erosión, pérdida de cobertura vegetal, y aporte de material orgánico de animales que mediante mineralización, se convierten en amonio por bacterias saprófitas bajo condiciones aerobias y anaerobias. El manejo agrícola por el uso de fertilizantes contribuye al exceso de nutrientes, que muchas veces son arrastrados por escorrentía y llegan a la fuente hídrica generando problemas de eutrofización y consecuentemente a esto aparición de organismos patogénicos y vectores de enfermedades (Pacheco *et al.*, 2002; Pérez & Landeros., 2009; Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina - RAPAL ,2010).

### OBJETIVO

Realizar diagnóstico de causas de aparición de caracoles *Melanoides tuberculata* y *Limnaea columella* es Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Corregimiento El Vínculo (Buga Valle).

### METODOLOGIA



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



El estudio se desarrolló en la Planta de tratamiento de agua potable-PTAP ubicada en el corregimiento El Vínculo Jurisdicción del municipio de Buga Valle del Cauca. (3° 48 '56.76 "Norte, 76 ° 18' 22.33" Oeste y 979 m.s.n.m.). Las muestras de agua se tomaron en el mes de diciembre de 2016 (tiempo seco) y el mes de abril 2017 (tiempo lluvioso).

Estas muestras se recolectaron en la Bocatoma del río Sonsito, fuente hídrica que suministra a la población El Vínculo y en los diferentes procesos efectuados en la planta; por lo anterior se pudo realizar diferentes muestreos para este caso se utilizó el muestreo manual, donde se procedió a tomar la muestra en sitios de fácil acceso y se realizaron observaciones a los cambios que se presentan en el agua (color, olor, turbidez, sustancias flotantes, entre otras características que se puedan observar). Este tipo de muestro se usa en cuestión de control y vigilancia (Instituto Nacional de Salud, 2011).

Posterior a esto se realizaron análisis de los contenidos de carbonatos, nitratos, nitritos, amonio, sólidos disueltos, así como los parámetros pH, conductividad eléctrica y dureza; en el laboratorio multipropósito de la UNAD, por medio del Kit visocolor Eco Dureza total para la determinación volumétrica en las aguas superficiales y residuales después se usó el kit visocolor ECO Ammonium 3 y Quatofix Nitrat- Nitrit para la determinación de amonio, nitritos y nitratos y por último se usaron los respectivos instrumentos de medición de pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos.

### *Evaluación del contenido de algas en los tanques de agua potable*

En los tanques de agua potable de la planta se evidenció una gran cantidad de algas. Para evaluar su contenido se procedió a sacar muestra de los tanques de sedimentación, en recipiente de 10 L, se realizaron dos repeticiones en los filtros lentos de arena descendentes, prevaleciendo la presencia de las mismas. Posteriormente se realizó un proceso de filtrado, luego se procedió a la fase de secado, se pesó la cantidad de materia húmeda y seca.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Seguidamente se promediaron las muestras secas y el valor se extrapoló con las medidas de los tanques (9,0 m de largo X 7,50 m de ancho X 0,9 m de profundidad), el volumen se determinó con la ecuación 1.

[Ec. 1]  $V = \text{Largo} * \text{Ancho} * \text{altura}$

#### *Caracterización cualitativa del uso del suelo en la cuenca del río Sonsito*

En la caracterización sobre el uso del suelo de la cuenca hidrográfica del río Sonsito se realizó una consulta con expertos de la CVC, esta información se adquirió mediante entrevista realizada al Ingeniero ambiental Edgar Alfonso Largacha responsable de la zona centro, donde nos expuso las actividades en los alrededores como producción agrícola presencia de diferentes cultivos como lulo, mora, maracuyá, banano, caña de azúcar, entre otros. En la ganadería usan grandes extensiones de terrenos presentando en su mayoría casos de alto sobre pastoreo y a los pastos aplican fertilizantes, insecticidas y pesticidas. El estiércol del ganado se almacena en el campo y no tiene un buen proceso de estabilización, ese residuo vivo se vierte en el terreno ocasionando un exceso de nutrientes.

#### *Propuesta de soluciones para el manejo y control de los caracoles en los tanques de agua potable*

Se investigó sobre cuatro agentes de control para la posible solución del manejo y control de algas y caracoles en la planta, para esto se realizó matriz DOFA de toma de decisiones teniendo en cuenta las debilidades, oportunidades, fortaleza y amenazas de cada agente de



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



control, que son Lomper, floculantes, cloración y sulfato de cobre. De estos agentes se utilizó la cloración, siendo este el más favorable para la desinfección del agua.

Se procedió a realizar la eficiencia de remoción ( $ef$ ) para dimensionar el aumento y disminución de los caracoles; haciendo primero un conteo en el mes de abril de 2016 para un total de 60 caracoles y luego se procedió a realizar el mismo conteo en el mes de abril del año 2017 con un valor de 8 caracoles, este conteo se hizo en la misma canaleta donde se evidenciaba mayor cantidad de los moluscos. En el área se midió el ancho (28 cm) por el alto (7 cm) y, la eficiencia ( $ef$ ) se determinó con la ecuación 2.

[Ec. 2] 
$$ef = \frac{\text{antes} - \text{despues}}{\text{antes}} \times 100$$

### RESULTADOS

#### Resultados de evaluación de parámetros físicos y químicos de muestras de agua

De acuerdo a las muestras de agua recogidas se evaluaron algunos parámetros físicos y químicos en la PTAP durante los años 2016 en el mes de diciembre (tiempo lluvioso) y 2017 en el mes de abril (tiempo seco), se registraron los resultados de cada muestra tomada en los diferentes puntos del proceso (Tablas 1 y 2).

**Tabla 1.** Parámetros físicos y químicos del río Sonsito en la bocatoma y en la planta en el mes de diciembre del 2016 (tiempo seco).

| Muestra  | pH   | CE (µS) | % Solidos disueltos | Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) mg/ L | Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/ L | Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) mg/ L | Oxido de Calcio(CaO) mg/L | Carbonato de Calcio (CaCO <sub>3</sub> ) mg/L |
|----------|------|---------|---------------------|--|---|---|---------------------------|---|
| Bocatoma | 7,95 | 272,67  | 0                   | 0  | 10  | 0,33  | 40                        | 71  |
| En el    | 8,2  | 191,23  | 0,066               | 0,16   | 10  | 0,33  | 40                        | 71  |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|                     |   |        |       |     |    |      |    |    |
|---------------------|---|--------|-------|-----|----|------|----|----|
| proceso             |   |        |       |     |    |      |    |    |
| Después del proceso | 8 | 187,86 | 0,033 | 0,1 | 10 | 0,33 | 40 | 71 |

**Tabla 2.** Parámetros físicos y químicos del río Sonsito en la planta en el mes de abril del 2017 (Tiempo lluvioso).

| Muestra             | pH   | CE (µS) | % Solidos disueltos | Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) mg/ L | Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/ L | Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) mg/ L | Oxido de Calcio(CaO) mg/L | Carbonato de Calcio (CaCO <sub>3</sub> ) mg/L |
|---------------------|------|---------|---------------------|--|---|---|---------------------------|---|
| En el proceso       | 8,05 | 141,93  | 0,133               | 0,1  | 11,66   | 0   | 40                        | 71  |
| Después del proceso | 8,04 | 153,5   | 0,033               | 0,066  | 10  | 0   | 40                        | 71  |

En el caso de nitritos, para la época seca (0,33 mg/ L) sobrepasaron los límites máximos permisibles por la normatividad vigente aunque en la época lluviosa no hubo presencia en la planta (0 mg/ L). La concentración de nitratos obtenidos se considera altos, comparados con los reportados en otros estudios similares que no sobrepasaron los 5 mg/L (Dechruksa *et al.*, 2007). Para el amonio con valores bajos 0,066 y 0,16 mg/ L para época lluviosa y seca respectivamente, no excedió los límites máximos permisibles que para ecosistemas acuáticos es de 0,20 mg/L (OMS, 2006). El predominio de nitratos indican la prevalencia del proceso oxidativo de nitrificación, siendo fundamental la actividad de nitrobacterias (Cárdenas & Sánchez, 2013).

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



En los sólidos disueltos se registraron en época lluviosa y seca valores bajos 0,033 y 0,133 %; puede ser debido a la predominancia de actividades agrícolas y ganaderas cercano a la fuente hídrica. En el caso del pH, los resultados para el tiempo seco fueron (8,2) y en tiempo lluvioso disminuyó a (8,05) indicando para ambos casos leve aumento de alcalinidad, los niveles máximos permisibles del pH en el agua para consumo humano está comprendido entre 6,5 y 9,0. Los demás parámetros (conductividad, CaO y CaCO<sub>3</sub>) se registraron valores normales dentro de la norma establecida.

En las muestras de algas recolectadas en la PTAP se registraron los promedios de las cantidades de materia húmeda (31,91g) y seca (2,80 g) dimensionando la cantidad de algas presentes, se extrapola la materia seca hallando el volumen del tanque con la ecuación 1.

$$[\text{Ec. 1}] V = 9 \text{ m} * 7,50 \text{ m} * 0,9 \text{ m} = 60,75 \text{ m}^3$$

$$10 \text{ Litros} \rightarrow 0,01 \text{ m}^3 \qquad 2,80 \text{ g}$$

$$60,75 \text{ m}^3 \qquad \text{X}$$

$$X = 2,80 \text{ g} * \frac{60,75 \text{ m}^3}{0,01 \text{ m}^3} = 17010 \text{ g}$$

$$17010 \text{ g} \rightarrow 60,75 \text{ m}^3 = 280 \text{ g/m}^3$$

$$280 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} * \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ L}} * 1000000 \frac{\mu\text{g}}{\text{g}} = 280000 \frac{\mu\text{g}}{\text{L}}$$

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Con la extrapolación se determinó la cantidad de algas con (17010 g) con una concentración de 280000  $\mu\text{g/L}$  considerándose valores muy altos, comparados en otros estudios que se han registrado valores por encima de 800  $\mu\text{g/L}$  (Ruibal *et al.*, 2005). Seguidamente las concentraciones en las algas se han reportado como niveles de estándares de riesgo sobre las afectaciones sanitarias, según Almanza *et al.*, (2016) menciona el límite de células moderadas que alcanzan a 100.000 células por mililitro y las concentraciones de clorofila que va de (5  $\mu\text{g/L}$ ) y de microcistina (5  $\mu\text{g/L}$ ).

### *Resultados del contenido de algas en los tanques de agua potable*

Se diseñó una matriz DOFA donde se indagó sobre los agentes de control para su posible aplicabilidad en la PTAP con el objetivo de manejar y controlar los caracoles y algas presentes en la misma. Con esta información se pretendió hallar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de cada agente de control, donde se evidencio que la cloración fue el agente más oportuno para la disminución de los caracoles y algas. Esta información se obtuvo implementando la partición de la cloración, se aplicó 3,78 L de cloro líquido al inicio del proceso (filtros dinámicos descendentes) y 3,78 L al final del proceso (tanque de cloración), con este proceso se evidenció una disminución significativa de estos moluscos. El Cloro para el proceso de desinfección hasta el momento reúne las mayores ventajas para su aplicabilidad y distribución en los puntos de red del agua, comprendiendo un valor aceptable del cloro residual entre 0,3 y 2,0 mg/L con respecto a la norma de consumo de calidad de agua potable.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

### DISCUSIÓN GENERAL



Los resultados demuestran los diferentes impactos ambientales en la PTAP que varían por diferentes causas, logrando la identificación de las especies de caracoles *M. tuberculata* y *L. columella* y la proliferación de algas *H. reticulatum*, esta cadena trófica ha creado un ambiente de supervivencia para ambas especies; esto se debió en gran medida a los altos periodos de retención y a la alta concentración de nitratos y nitritos en el agua contribuyendo a la aparición de los moluscos considerándose un riesgo biológico para la población, debido a que son vectores de enfermedades esquistosomiasis y fascioliasis, siendo fundamental un control adecuado.

En esta medida se evaluaron ciertos parámetros de calidad del agua para determinar el contenido de nutrientes en el laboratorio de las muestras recolectadas de la PTAP, se registraron niveles de nitrato por encima de los 10 mg/L al igual para los nitritos su valor sobrepasa los límites de la normatividad vigente. Las algas absorben el nitrato para su nutrición, desarrollo y asimilación; lixiviándose en aguas y a su vez obteniendo mayor solubilidad, provocando aumento de cobertura vegetal en el agua y esto hace que se eutrofique el sistema.

Para las soluciones del manejo y control en ambas especies, el agente convencional seleccionado fue la cloración, a partir de la matriz DOFA con la implementación de la precloración se logró una eficiencia de remoción del 86,7% en la disminución de las poblaciones que se presentan en los tanques, ya que siendo un biosida con su efecto rompe membranas y paredes celulares, combatiendo no solo a los caracoles sino también a las algas a una concentración residual de 0,2 a 1 mg/L siendo letal para la mayoría de individuos de estas especies. La eficiencia de remoción (86,7%) se evidenció con la

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

disminución de las poblaciones de caracoles, pasando a una población de 60/cm<sup>2</sup> de caracoles a 8/cm<sup>2</sup>.



### CONCLUSIONES

La evaluación preliminar de la problemática de sobrepoblación de caracoles en la Planta de Potabilización de Aguas del Corregimiento El Vínculo (Buga Valla del Cauca), permitió comprender los procesos causales como alta presencia de nutrientes en el agua de la bocatoma que generan condiciones óptimas para el crecimiento y reproducción de algas en altos periodos de retención, y estas a su vez sirven de fuente de alimento y hábitat de los moluscos, ocasionando eutroficación y riesgo sanitario. El tratamiento de cloración fraccionada seleccionado en el DOFA, permitió alta remoción de caracoles, sin embargo no deja de ser un control al final del tubo, siendo necesario generar acciones de prevención ligadas al manejo de la cuenca hidrográfica del río Sonsito.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almanza, V., Parra, O., de M. Bicudo, C., Leite Sant'Anna, C., Figueroa, R., Urritia, R., Lara, F., Beltrán, J., Baeza, C & González, P. (2016). Guía para el estudio de Cianobacterias en el sistema lacustre del Gran Concepción: Aspectos ecológicos, toxicológicos, de control vigilancia y taxonómicos. Centro de Ciencias Ambientales, EULA-Chile, Universidad de Concepción. Trama Impresores, 99 pp.

Álvarez, L. (2005). Metodología para la Utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/20.500.11761/31357/1/05-0424PS.pdf>

Cárdenas, G & Sánchez, I. (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. *Revista universidad y salud*, 15(1), 72-88.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2012). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=26620&download=Y>

Dechruksa, W., Krailas, D., Ukong, S., Inkapatanakul, W & Koonchornboon, T. (2007). Trematode Infections of the Freshwater Snail Family Thiaridae in the Khek River, Thailand. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 38(6), 1016-1028.

Instituto Nacional de Salud. (2011). Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio. Colombia. Editorial Botánico-Online SL. Recuperado de: [http://www.ins.gov.co/sivicap/Normatividad/2011%20Manual%20toma%20de%20muestra%20agua.pdf?Mobile=1&Source=%2Fsivicap%2F\\_layouts%2Fmobile%2Fview.aspx%3FList%3Ddc462e4b-5de8-4a2f-be3a-08ad1c837db7%26View%3D0ac5f5c5-4988-442d-bc0e-2c07af4f66a5%26CurrentPage%3D1](http://www.ins.gov.co/sivicap/Normatividad/2011%20Manual%20toma%20de%20muestra%20agua.pdf?Mobile=1&Source=%2Fsivicap%2F_layouts%2Fmobile%2Fview.aspx%3FList%3Ddc462e4b-5de8-4a2f-be3a-08ad1c837db7%26View%3D0ac5f5c5-4988-442d-bc0e-2c07af4f66a5%26CurrentPage%3D1)

Organización mundial de la salud - OMS. (2006). Guías para la calidad del agua potable. Tercera Edición. Recuperado de: [http://who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf?ua=1](http://who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1)

Organización mundial de la salud - OMS. (2017). Esquistosomiasis. Centro de prensa. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs115/es/>

Pacheco, J., Pat Canul, R & Cabrera, A. (2002). Análisis del Ciclo del nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos. *Revista académica Ingeniería*, 6 (3), 73-81.

Pérez, A & Landeros, C. (2009). Agricultura y deterioro ambiental. *Revista Elementos, Ciencia y Cultura*, 73, 19-25.

Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. (2010). Contaminación y eutrofización del agua: impactos del modelo de agricultura industrial. Uruguay: Editorial RAP-AL. Recuperado de: <http://www.rapaluguay.org/agrotoxicos/Uruguay/Eutrofizacion.pdf>

Ruibal, A., Rodríguez, M., Ruiz, M., Bustamante, M & Angelaccio, C. (2005). Cooperación sectorial privado-estatal en el abordaje de la problemática de desarrollos masivos de algas tóxicas. Argentina: Instituto Nacional del Agua. Recuperado de: <https://www.ina.gov.ar/pdf/Cirsa-Limnologia-10%20AlgasII.pdf>

Salazar, L., Estrada, V.E & Velásquez, L.E. (2006). Effect of the exposure to *Fasciola hepatica* (Trematoda: Digenea) on life history traits of *Lymnaea cousini* and *Lymnaea columella* (Gastropoda: Lymnaeidae). *Experimental Parasitology*, 1(114), 77-83.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

## AUTORREGULACIÓN EN EL APRENDIZAJE: ESTRATEGIAS PSICOPEDAGÓGICAS APLICADAS AL PROGRAMA DE ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA\*



## SELF-REGULATION IN LEARNING: PSYCHOPEDAGOGICAL STRATEGIES APPLIED TO THE ZOOTECHNICS PROGRAM OF THE UNIVERSITY OF CUNDINAMARCA

*Daniela Palma Gil*  
*John Alexander Moreno Sandoval*  
*Sonia Mayerly Castro Bedoya*  
*Sandra Cifuentes Vargas*  
UNAD- Zona centro Bogotá Cundinamarca  
Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá  
Semillero Interdisciplinario de Estudios Regionales SIER /Grupo de estudios Regionales Quiniñí  
Grupo de investigación Sistemas de producción sostenible/Sustentable SISPROS  
[dpalmag@unadvirtual.edu.co](mailto:dpalmag@unadvirtual.edu.co)

### RESUMEN

La autorregulación en el aprendizaje, como estrategia pedagógica estimula en los estudiantes de primer semestre del programa de Zootecnia de la Universidad de Cundinamarca, a realizar un proceso consciente de toma de decisiones en su proceso académico y su desarrollo personal, dando respuesta al problema de deserción estudiantil que se presenta en los estudiantes de recién ingreso quienes se ven enfrentados a una serie de transformaciones de tipo personal, académico y social para las cuales se requieren habilidades psicológicas y pedagógicas. La estrategia de autorregulación fue desarrollada con el Grupo 101 y 102 con un total de 39 estudiantes y 11 docentes de los núcleos temáticos de primer semestre; se implementó en tres fases (Pintrich, 2000), planificación, control y reflexión cada una de ellas compuesta por estrategias psicopedagógicas dirigidas a cada núcleo temático durante el semestre académico. Al final del semestre se pudo evidenciar que los estudiantes apropiaron las estrategias de acuerdo a su estilo de aprendizaje y lograron obtener buenos resultados académicos reconociendo la importancia del uso de estrategias que permitan adaptarse al sistema educativo superior.

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

**Palabras clave:** Autorregulación, aprendizaje significativo, motivación, planificación, control, reflexión.



### ABSTRACT

Self-regulation in learning, as a pedagogical strategy stimulates in the first semester students of the Animal Husbandry program of the Ucundinamarca, to carry out a conscious decision-making process in their academic process and their personal development, responding to the problem of student desertion that It is presented in the new students who are faced with a series of transformations of a personal, academic and social type for which psychological and pedagogical skills are required. The self-regulation strategy was developed with Group 101 and 102 with a total of 39 students and 11 teachers from the thematic nuclei of the first semester; It was implemented in three phases (Pintrich, 2000), planning, control and verification, each of them composed of psychopedagogical strategies directed to each thematic core during the academic semester. At the end of the semester it was evident that the students appropriated the strategies according to their learning style and achieved good academic results recognizing the importance of using strategies that allow adapting to the higher education system.

**Keywords:** Self-regulation, meaningful learning, motivation, planning, control, reflection

### INTRODUCCIÓN

La autorregulación como estrategia para los estudiantes de primer semestre del programa de zootecnia responde al problema de deserción estudiantil que se presenta al ingresar al sistema educativo superior, para el cual se requiere habilidades de tipo personal y pedagógico que permitan desarrollar con éxito el proceso de formación de una carrera profesional. Durante la formación profesional, los estudiantes están en continuo proceso de establecer metas y enfrentar retos que la educación superior diseña para formar profesionales competentes, para los cuales se deben elegir algunas tácticas específicas y

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

capacidades personales y profesionales que conlleven a alcanzar las metas académicas propuestas y culminar con éxito los estudios universitarios, de igual forma son necesarios docentes capacitados en estrategias pedagógicas que motiven a los estudiantes a adaptarse al sistema educativo superior, que abarquen su desarrollo personal y sus competencias profesionales.



### OBJETIVOS

Implementar las estrategias psicopedagógicas de autorregulación como herramienta que promueva la autorregulación en la comunidad académica y universitaria, ofreciendo a los estudiantes y docentes las estrategias pedagógicas y psicológicas necesarias para el proceso de adaptación al sistema educativo superior, en el primer semestre académico del programa de zootecnia de la UCundinamarca.

### METODOLOGÍA

Paul Prinrich (2000) quien “plantea que la autorregulación académica es un proceso activo y constructivo mediante el cual los aprendices fijan metas para su aprendizaje e intentan monitorear, regular y controlar su cognición, motivación y conducta, guiados y restringidos por sus metas y las características contextuales de su ambiente” según esta definición el estudiante que maneja procesos de autorregulación es aquel que contribuye activamente en el logro de sus metas de aprendizaje utilizando las estrategias adecuadas y en el momento adecuado; donde tiene la capacidad de formular o asumir metas, proyectar su actuación, ligada estrechamente a muchos procesos psicológicos. Por esto el presente proyecto es de tipo mixto; donde se incluyen el enfoque cualitativo y el enfoque cuantitativo, enmarcado dentro de la investigación acción participativa.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

El método que se utilizó está basado en el autor Paul Prinrich (2000) quien describió las fases del proceso de autorregulación en tres fases; planificación, control y reflexión, dentro de las cuales se diseñaron estrategias de tipo personal y académico; en la fase de planificación se aplicó el cuestionario de aprendizaje autorregulado en la universidad diseñado por Juan Carlos Torre (2006) el cual evalúa: Conciencia Metacognitiva activa, Control y verificación, Esfuerzo diario en la realización de tareas y procesamiento activo durante las clases, en la fase de control se diseñaron estrategias metacognitivas en cada núcleo temático de primer semestre y en la fase de reflexión se evalúan y autoevalúan las estrategias utilizadas y los resultados obtenidos.

### RESULTADOS

De la aplicación del cuestionario de autorregulación para el aprendizaje académico en la universidad, realizada a 39 estudiantes de los grupos 101 y 102, en la fase inicial se obtuvieron los siguientes resultados: se evidenció las dificultades que presentan los 39 estudiantes para tener una conciencia metacognitiva activa (51.3%) caracterizada por la baja capacidad de interiorizar nuevas tácticas de aprendizaje; control y verificación sobre las actividades ejecutadas (49.8%) donde no hay seguridad acerca de las estrategias que se deben utilizar para alcanzar las metas académicas, esfuerzo diario en la realización de tareas (41%), estudiantes con baja motivación intrínseca para vencer obstáculos en el proceso de aprendizaje, y procesamiento activo durante las clases (47%); debido a la ausencia de hábitos de estudio que refuercen los procesos cognoscitivos implicados en el aprendizaje.

Las estrategias utilizadas en cada núcleo pedagógico, de tipo metacognitivas generó el interés de los estudiantes por aprender de una manera diferente, ya que la metodología lúdica e interactiva fomentó la participación activa de los estudiantes, reconociendo de



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

acuerdo a su estilo de aprendizaje una forma de interiorizar los conocimientos nuevos y reforzar los que ya se había aprendido, estimulando los procesos cognoscitivos (sensación, percepción, atención y memoria).

Los docentes de cada núcleo de primer semestre son conscientes de la importancia de implementar procesos de autorregulación en los estudiantes de recién ingreso, pues son quienes están en constante contacto con la realidad académica y universitaria e identifican las falencias que presentan los estudiantes principalmente en las áreas de matemáticas I, Inglés I, Química general y biología celular; por el nivel de exigencia que estas requieren y el esfuerzo; que muchos estudiantes aún no han generado en su proceso de aprendizaje.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, C., Gallego, D., & Honey, P. (1994). *Los Estilos de Aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Ediciones Mensajero

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. New York: Freeman.

Bandura, A. (1991), *Social cognitive theory of self-regulation*, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, (50), 248-287.

Calero, M. (2005). *Técnicas de estudio e investigación*. Edit. San Marcos. Lima.

Díaz Barriga, Frida y Hernández Rojas, Gerardo (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista (2a.ed.)*. México, D.F.: Mc Graw Hill.

Elliot, A.J., McGregor, H.A. & Gable, S. (1999). *Achievement goals, study strategies, and exam performance: A mediational analysis*. *Journal of Educational Psychology*, 91, 549-563.

Johnson, B. & Onwuegbuzie, A. (2004, October). *Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come* [Los métodos de investigación mixtos: un paradigma de



## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

investigación cuyo tiempo ha llegado]. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26. Recuperado de <http://edr.sagepub.com/cgi/content/abstract/33/7/14>

John Durston, F. M. (2002). *Experiencias y metodología de la investigación participativa*. Santiago de Chile : CEPAL.

Klimenko, O. (2009). La enseñanza de las estrategias cognitivas y metacognitivas como una vía de apoyo para el aprendizaje autónomo en los niños con déficit de atención sostenida. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* [en línea] 2009, (Mayo-Agosto) : [Fecha de consulta: 16 de junio de 2017] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194215432005>> ISSN 0124-5821

Monereo, C. (2007). Hacia un nuevo paradigma del aprendizaje estratégico: el papel de la mediación social, del self y de las emociones. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 13, 5 (3), 497-534.

Olena, J. L. (2009). *Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategias metacognitivas*. Educación y Educadores.

Pereira Pérez, Z. (2012). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare* [en línea] 2011, XV (enero-junio): [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2017] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194118804003>> ISSN

Pintrich, P.R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. En. Boekaerts, M., Pintrich, P.R y Zeidner, M. (Eds.). *Handbook of self-regulation*. San Diego, CA: Academic Press.

Valdés, L. P. (2012). Autorregulación Académica y estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios de reciente ingreso. *Dialnet*, 1-5.



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



## COMPOSTAJE DE CONCHAS DE CARACOLES EN MEZCLAS CON RESIDUOS VEGETALES Y DE AGROINDUSTRIA, EN EL MUNICIPIO DE EL CERRITO (VALLE DEL CAUCA)

### COMPOSTING SNAIL SHELLS IN MIXTURES WITH VEGETABLE WASTE AND AGROINDUSTRY, IN THE MUNICIPALITY OF EL CERRITO (VALLE DEL CAUCA)

Fenibal Galindo Hurtado, Vivian Andrea Bolaños Colorado.

Estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental.

Oscar Eduardo Sanclemente Reyes.

Docente Ocasional.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

UNAD – ZCSUR Palmira Valle

Grupo de Investigación Producción Sostenible

[Feni16@htomail.com](mailto:Feni16@htomail.com)

[oscar.sanclemente@unad.edu.co](mailto:oscar.sanclemente@unad.edu.co)

---

#### RESUMEN

El adecuado manejo de residuos biológicos beneficia el saneamiento ambiental, y reduce los riesgos a la salud humana y ecosistémica. Algunos residuos son de prioritario manejo por albergar microorganismos causantes de enfermedades como el caso de las conchas de caracoles *Melanoides tuberculata* y *Lymnaea columella* productos de la Planta de tratamiento de aguas potables PTAP en el corregimiento EL Vínculo (Buga- Valle del Cauca), y que son vectores de *Schistosoma mansoni* (Esquistosomiasis) y *Fasciola hepática* (Fasciolosis). El presente estudio tuvo como objetivo compostar residuos de conchas de caracoles *M. tuberculata* y *L. columella* presentes en la PTAP corregimiento El Vínculo. Para ello, se empleó el proceso de compostaje en pilas bajo diseño completamente al azar y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron (T1): Sustrato orgánico, conchas de caracoles molidas, Hojas de caña (*Saccharum Officinarum* L.), hojas de *Leucaena leucocephala* e inóculo de *Lactobacillus* sp.; (T2) Sustrato orgánico, conchas de caracoles molidas, Hojas de caña (*Saccharum Officinarum* L.), gallinaza seca e inóculo de *Lactobacillus* sp., (T3) Sustrato orgánico, conchas de caracoles molidas, Hojas de caña (*Saccharum Officinarum* L.), cachaza húmeda e inóculo de *Lactobacillus* sp. Las variables de respuesta fueron: Temperatura, pH y % de Humedad, evaluadas

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



durante 112 días. Los resultados indicaron que el T2 logró temperatura máxima de 57°C significativamente mayor a los demás tratamientos y pH 5.9, generando procesos de higienización térmica y química. Los tratamientos T1 y T3 alcanzaron temperaturas máximas de 50°C y 46°C, y pH de 5.5 y 5.2 que combinados lograron un compost maduro, pero sin óptimas condiciones para higienización. Estos resultados muestran las ventajas del compostaje en la higienización de residuos biológicos, contribuyendo al saneamiento ambiental y a la reincorporación de nutrientes al suelo.

**Palabras clave:** Saneamiento ambiental, Riesgo biológico, Compostaje, Reciclaje de nutrientes.

The adequate management of biological waste benefits environmental sanitation, and reduces risks to human and ecosystem health. Some wastes are of priority management due to housing microorganisms that cause diseases such as the snail shells of *Melanoides tuberculata* and *Lymnaea columella*, products of the PTAP drinking water treatment plant in the corregimiento EL Vínculo (Buga-Valle del Cauca), and are vectors of *Schistosoma mansoni* (Schistosomiasis) and *Fasciola hepatica* (Fasciolosis). The objective of this study was to sanitize shell waste from *M. tuberculata* and *L. columella* snails present in the PTAP corregimiento El Vínculo. For this, the process of composting in piles was used under completely random design and four repetitions. The treatments were (T1): Organic substrate, shells of ground snails, Cane leaves (*Saccharum Officinarum* L.), leaves of *Leucaena leucocephala* and inoculum of *Lactobacillus* sp.; (T2) Organic substrate, ground snail shells, Cane leaves (*Saccharum Officinarum* L.), dry poultry manure and *Lactobacillus* sp. Inoculum, (T3) Organic substrate, ground snail shells, Cane leaves (*Saccharum Officinarum* L.), wet cachaça and inoculum of *Lactobacillus* sp. The response variables were: Temperature, pH and % of Humidity, evaluated during 112 days. The results indicated that the T2 reached a maximum temperature of 57 °C significantly higher than the other treatments and pH 5.9, generated processes of thermal and chemical sanitation. The treatments T1 and T3 reached maximum temperatures of 50 °C and 46 °C, and pH of 5.5 and 5.2 that combined achieved a mature compost, but without optimal conditions for sanitation. These results show the advantages of composting in the hygienization of biological waste, contributing to environmental sanitation and the reincorporation of nutrients into the soil.

**Keywords:** Environmental sanitation, Biological risk, Composting, recycling of nutrients.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD dentro del proyecto académico, tiene como objetivo la formación integral de profesionales con competencias que permitan dar soluciones a las problemáticas ambientales presente en la región en la temática de Saneamiento Básico y Degradación Ambiental, como modalidad de trabajo de grado para los estudiantes que se encuentran culminando su formación integral.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Bajo este enfoque del programa de Ingeniería Ambiental y atendiendo la necesidad de la planta de potabilización de agua del corregimiento El Vínculo Municipio de Buga (Valle del Cauca), sobre la aparición de los caracoles *M. tuberculata* y *L. columella* a causa de eutrofización y los riesgos biológicos asociados a ellos, se ha planteado el desarrollo de un proyecto aplicado a la higienización de los residuos obtenidos en los tanques de almacenamiento del proceso.

La investigación se realizó con el propósito de determinar y definir los conceptos relacionados con los residuos biológicos y sus patologías, igualmente las propiedades y nutrientes de estas conchas de caracoles para su aprovechamiento en compostaje y como fuente de consulta para los estudiantes.

Dentro de las hipótesis evaluadas, se estableció el aporte de calcio de las conchas de caracoles para la realización de compostaje, que mezclado con otros componentes permitieron el equilibrio de la materia, igualmente se determinó que el proceso de compostaje en su fase termófila alcanza valores de temperatura 70 ° C, donde se logra la eliminación completa del agente patógeno presente en los vectores como método de higienización

### OBJETIVOS

Compostar el residuo biológico conchas de caracol (*Melanoides tuberculata* y *Lymnaea columella*) presente en la planta de abastecimiento de agua potable del corregimiento el Vínculo Municipio de Buga (Valle del Cauca), en mezclas con residuos orgánicos de agroindustria.



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### METODOLOGÍA

La etapa experimental para compostar los residuos, se realizó en una compostera situado en el parte posterior de la vivienda ubicada en la Calle 8 N° 16-29 barrio Chapinero, perteneciente al Municipio de El Cerrito (Valle del Cauca), durante los meses de Diciembre 2016 a Junio 2017.

Se empleó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos (T1, T2 y T3) y cuatro repeticiones (R1, R2, R3 y R4). Con el fin de compostar los residuos de conchas de caracoles, se otorgó como tratamientos diferentes residuos orgánicos de fácil acceso en la zona de estudio, para lograr compostaje con fase termofílica ( $T \geq 60^{\circ}\text{C}$ ). Las unidades experimentales fueron pilas de 80 x 80 cm, separadas por trozos de madera dejando un espacio libre para facilitar la movilidad de las mismas. La distribución de los tratamientos en pilas se hizo al azar y en ellas se dispuso la mezcla homogénea de los residuos orgánicos utilizados previamente cuantificados.

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos empleados en el proceso del compostaje.

| TRATAMIENTO                   | DESCRIPCION  |
|-------------------------------|--|
| <b>Tratamiento 1<br/>(T1)</b> | Sustrato orgánico 8,1 kg<br>Conchas de caracoles molidas <i>M. tuberculata</i> y <i>L. columella</i> 0,112 kg<br>Hojas leguminosas ( <i>Leucaena Leucocephala</i> ) 0,265 kg<br>Hojas de caña ( <i>Saccharum Officinarum L.</i> ) 1,105 kg<br>Inoculo de Microorganismos eficientes( <i>Lactobacillus sp</i> ) 100 ml<br>Melaza 2 kg |
| <b>Tratamiento 2<br/>(T2)</b> | Sustrato orgánico 8,1 kg<br>Conchas de caracoles molida <i>M. tuberculata</i> y <i>L. columella</i> 0,112 kg<br>Gallinaza 12,605 kg  |

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



|                               |  |
|-------------------------------|--|
|                               | Hojas de caña ( <i>Saccharum Officinarum L.</i> ) 1,105 kg<br>Inoculo de Microorganismos eficientes ( <i>Lactobacillus sp</i> ) 100 ml<br>Melaza 2 kg  |
| <b>Tratamiento 3<br/>(T3)</b> | Sustrato orgánico 8,1 kg<br>Conchas de caracoles molida <i>M. tuberculata</i> y <i>L. columella</i> 0,112 kg<br>Cachaza 20 kg<br>Hojas de caña ( <i>Saccharum Officinarum L.</i> ) 1,105 kg<br>Inoculo de Microorganismos eficientes ( <i>Lactobacillus sp</i> ) 100 ml<br>Melaza 2 kg |

### Conducción del experimento

El desarrollo de la etapa experimental inició con la recolección de los residuos de conchas de caracoles (*M. tuberculata* y *L. columella*) en la planta de abastecimiento de agua potable del corregimiento El Vínculo (Buga, Valle del Cauca). Seguidamente se separó los arvenses de las conchas mediante un zarandeo, a continuación, fue cuantificada la cantidad de caracoles hallados para luego ser sometidos al proceso de molienda. Posteriormente se realizó distribución equitativa de la biomasa en las doce unidades experimentales, correspondientes a 0,112 kg de concha de caracol molida. Al igual que las conchas de caracol molidas, en los tratamientos T1, T2 y T3 se mantuvo constante la cantidad de residuos: hojas de caña, sustrato orgánico y melaza. Como fuente de variación en los tratamientos se empleó el residuo aportante de nitrógeno, para T1 (hojas de leguminosa *Leucaena leucocephala*), T2 (gallinaza) y T3 (cachaza). Los residuos se mezclaron manualmente y se depositaron en cada pila.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



#### **Cuantificación volumétrica, aplicación del inoculo y activación de microorganismos**

Para lograr acelerar el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, se aplicó el producto Descomplant, compuesto por una mezcla de microorganismos incluyendo actinomicetos, levaduras, bacterias ácido lácticas y hongos descomponedores de materia orgánica. Para el compostaje se utilizó una solución preparada con 50 ml de agua y 50 ml del producto Descomplant a cada una de las 12 pilas.

Para activar los microorganismos en la pila, se usó una fuente de hidratos de carbono como la melaza. Seguidamente se procedió a verter 2kg de melaza a cada una de las 12 pilas de compostaje, utilizando una vasija plástica previamente esterilizada. Finalmente, las pilas se cubrieron con plástico negro de polietileno, para evitar el mojado por lluvia, disipación del material a causa del viento o la desecación del mismo; y agujeradas permitiendo así la aireación. Para posibilitar la entrada de aire en las pilas, se realizaron volteos periódicos de los residuos en cada tratamiento, igualmente se controló nivel de humedad óptimo para la movilidad de microorganismos.

#### **Evaluación de las variables de respuesta**

Para llevar un monitoreo y control de los parámetros Temperatura, Porcentaje de humedad y pH, hasta completar la fase de maduración (112 días), se utilizó un equipo Multiparametro digital el cual fue ubicado en la parte central de cada pila. Al día siguiente de realizado el compostaje la temperatura se incrementó hasta llegar a 50°C en el T2: R1, R2, R3 y R4, indicando que materiales como: azúcares, proteínas, almidones y hemicelulosa, se degradaron rápidamente. Lo anterior se debió al cambio de fase entre mesófila a termófila que presentó el T2: R1, R2, R3 y R4, debido a lo anterior el porcentaje

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



de humedad se registró 40% (seco), basándose en las condiciones de un ambiente seco con humedades por debajo del 40% en el área del compostaje. Para el mantenimiento de la humedad de los diferentes tratamientos se realizó por medio de una vasija plástica liberando pequeñas gotas de agua manualmente en todas las direcciones garantizando así, una homogeneidad en la humedad en cada pila de compostaje. Durante la etapa experimental para la higienización de los residuos biológicos, el monitoreo y toma de datos del pH se realizó diariamente, permaneciendo desde el inicio entre los valores 7 a 7.5

#### **Análisis de los Resultados**

Los resultados obtenidos de variables de respuesta en cada uno de los tratamientos se analizaron mediante análisis de varianza (ANDEVA) y en los casos donde se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) se empleó prueba de promedios de Duncan, utilizando el software estadístico SAS versión 9.2.

### **RESULTADOS**

#### **Efecto de los tratamientos sobre la variable Temperatura**

Al realizar el análisis de Varianza ANDEVA logró marcar diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ), entre los tratamientos evaluados para la variable temperatura, en el tiempo de evaluación (Figura 1). Generalmente, la temperatura fluctuó entre 22° y 57°C durante el proceso, sin registrar temperaturas reportadas en otros estudios como ideales en la higienización de residuos ( $\geq 60^\circ\text{C}$ ). La prueba de promedios de Duncan ( $p > 0.05$ ) indicó que el T2 fue significativamente superior a los otros tratamientos durante el

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

transcurso del ensayo. Este incremento en T2 se debió al uso de gallinaza como fuente aportante de N, la cual ha sido puntualizada en diversas investigaciones como abono caliente (Lozada, 2013). Los resultados obtenidos, indicaron que la fase termofílica se logró entre las semanas 3 y 5, siendo el punto más alto en la semana 4. Durante estas dos semanas, el incremento de la temperatura hasta 57°C en T2 lograría higienizar gran parte de los microorganismos potencialmente patógenos asociados a las conchas de caracol, sobre todo por el periodo de retención que desfavorecería condiciones del ciclo reproductivo celular al afectar el proceso de fisión binaria.

Por su parte, los tratamientos T3 y T1 que lograron máximas temperaturas de 46,64 y 49,43°C respectivamente, higienizarían menor porcentaje de patógenos, propiciando la aparición de microorganismos termófilos que logran sobrevivir en estas condiciones. El T3 donde se usó cachaza, al parecer no logró una óptima relación C: N posiblemente por volatilización del N en forma de NH<sub>4</sub> durante los primeros días, dificultando que la temperatura se incrementara marcadamente en la fase termofílica. El T1 donde se empleó residuos de la leguminosa (*Leucaena Leucocephala*) al parecer logró mejor relación C: N que el T3, sin embargo los altos contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina, limitarían la actividad de microorganismos para obtención de C, por su complejidad molecular de estos compuestos orgánicos (Castaño, 2009).

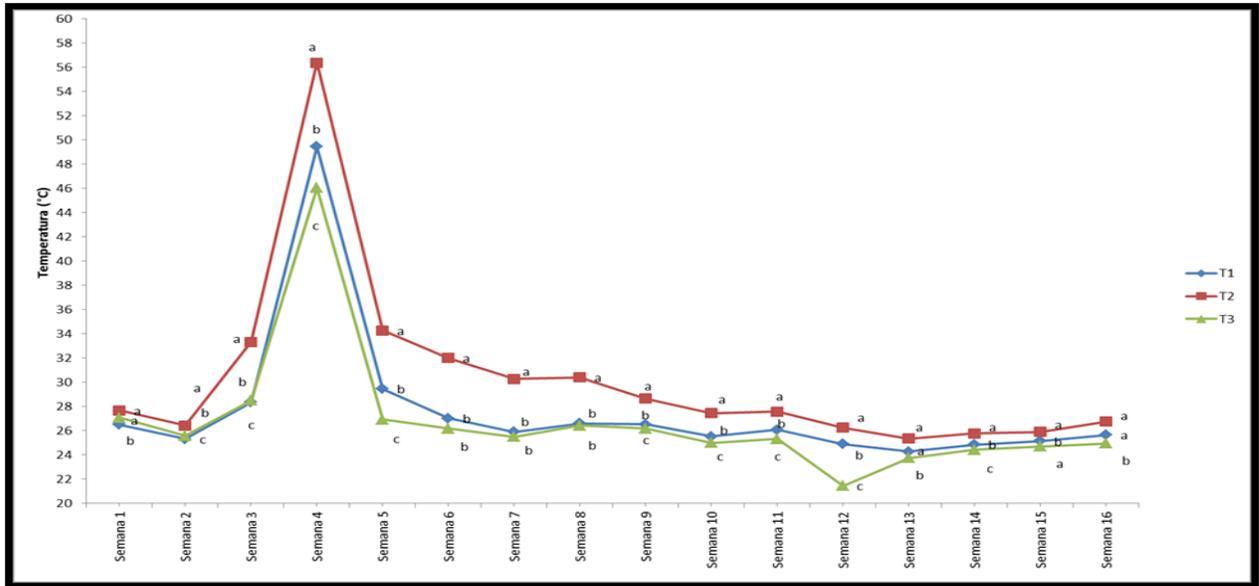


# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Figura 1.** Fluctuación de la temperatura (°C) en los diferentes tratamientos. Las letras indican los descriptores de significancia de Duncan ( $p > 0.05$ ).



**Fuente:** Los autores (2017).

## Efectos de los tratamientos sobre el variable pH

Al realizar el análisis de Varianza ANDEVA entre los tratamientos evaluados se evidenciaron diferencias para la variable de pH entre las semanas estudiadas (Figura 2). Generalmente, el pH se mantuvo casi sin variación respecto al T2. Sin embargo en la semana 4 se observó una marcada variación que coincide con el aumento de la temperatura y el porcentaje de humedad, reduciéndose a moderadamente ácido (pH= 5) sobre todo en el tratamiento T3. De acuerdo con Castrillón & Bedoya, (2006), esta variación se debe al

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

cambio entre la fase Mesófila a Termófila, por la velocidad de descomposición de los residuos ya que los microorganismos pueden tolerar factores ambientales extremos, como las altas temperaturas o bajos pH, pero no al mismo tiempo. En este momento los microorganismos producen  $\text{CO}_2$  por la respiración y al combinarse con  $\text{H}_2\text{O}$  los microorganismos producen ácidos orgánicos o carbónicos, indicando que el compostaje está en un pH ácido, por consiguiente los residuos se están degradando más rápidamente gracias a la actividad microbiana, justamente surgen las bacterias termófilas o benéficas y al tiempo las bacterias patógenas se eliminan (Acosta & Peralta, 2015).

Para la semana 8 el T2 donde se usó leguminosa (*Leucaena Leucocephala*) se observó una ligera disminución, llegando a valores de ácidos pH=6, debido a que esta planta es intolerante a suelos ácidos inhibiendo su desarrollo (Wencomo & Lugo, 2013). En la semana 12 para el T3 donde se usó Cachaza se observó una leve disminución cercana a pH=6, de acuerdo con Fajardo & Sarmiento (2007), lo anterior se debe que la cachaza es ligeramente ácida, con un pH entre 5.5 y 6.5 atribuible a la presencia de ácidos alifáticos. La fase final se presentó desde la semana 5 y hasta la semana 16, cuando la temperatura se tornó a temperatura ambiente, por consiguiente el pH se mantuvo estable en un rango de 7 para el T1 y T2, a diferencia del T3 que durante todo el proceso el pH estuvo en un rango de 6.5, pero que al culminar la semana 16 se estabilizó.

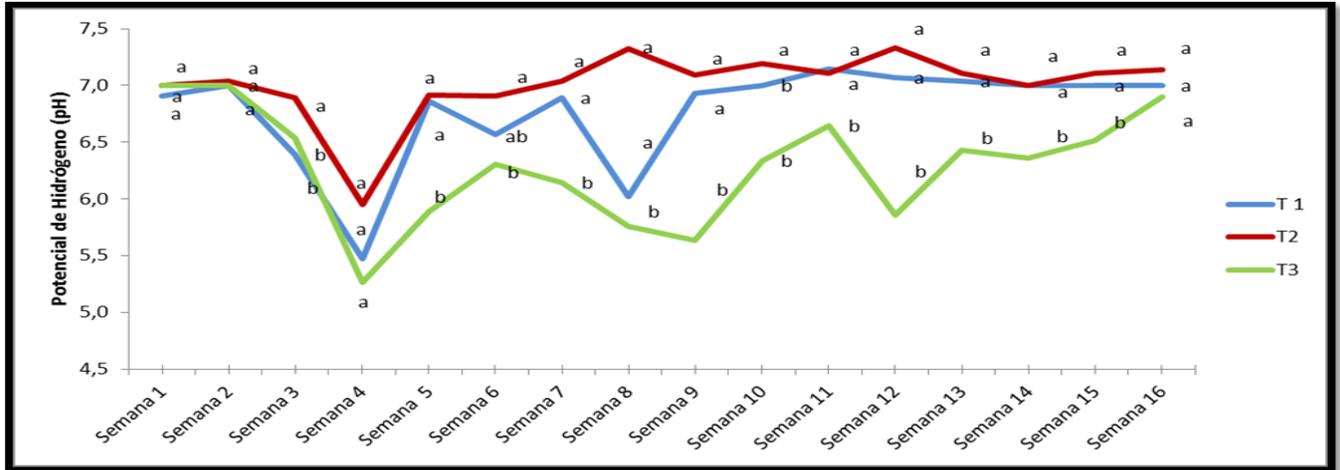


## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



**Figura 2.** Variación del pH con los tratamientos y el tiempo. Las letras indican los descriptores de significancia de Duncan ( $p > 0.05$ ).



Fuente: Los autores (2017).

### Efectos de los tratamientos sobre la variable Porcentaje de Humedad

Al realizar el análisis de Varianza ANDEVA, este logró marcar diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ), entre los tratamientos evaluados para la variable Humedad en las diferentes semanas del proceso (Figura 3). Generalmete, el contenido de humedad mostró una diferencia del 5% entre el momento que inició el ensayo y la última semana. El punto más alto se observó en la semana 4 que coincide con el aumento de temperatura y la acidificación del pH, este incremento se debió al crecimiento microbiano que está entre el 50-70% en la fase Termófila. En el T3 se utilizó Cachaza lo que representa una marcada diferencia en cuanto al T1 y T2, debido a que la Cachaza contiene gran parte de materia coloidal dispersa en el jugo, producto de clarificación del guarapo de caña de azúcar (Soliva, 2009). Al finalizar el proceso el contenido de humedad varió entre

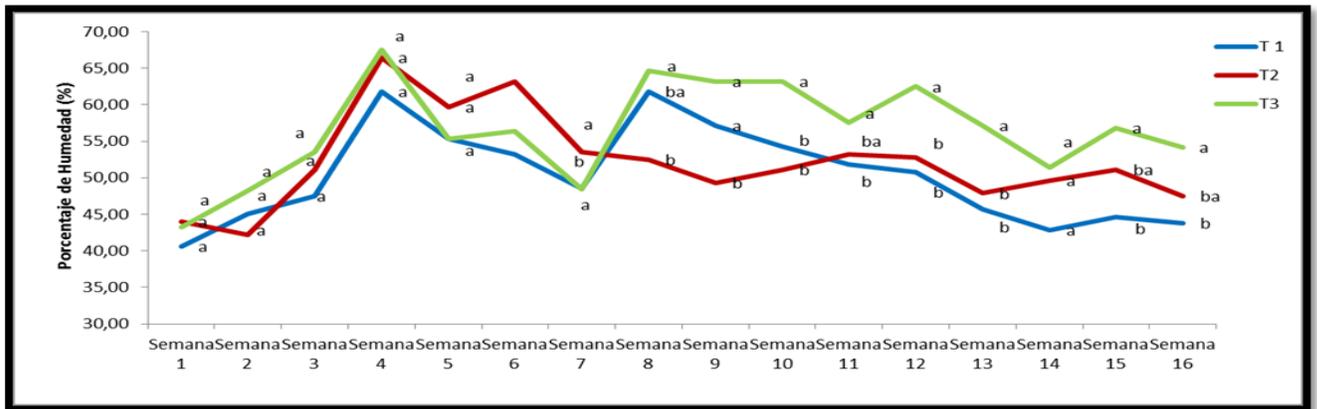
## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



un 40% y 55% que se atribuye al calor generado por la actividad microbiana, durante el compostaje se ha de mantener una humedad apta para la supervivencia de los microorganismos, es útil que para el producto final el porcentaje de humedad disminuya facilitando su manipulación (Riera, 2009). En la semana 7 se observó un descenso del contenido de humedad en los tres tratamientos entre 45% y 55% que posiblemente se debe a diversos factores como la evaporación, lixiviación y aireación (Riera, 2009). Por su parte el T2 donde se utilizó Gallinaza, se observó que posterior a la fase Termófila el contenido de humedad se mantuvo casi estable en 50%. De acuerdo con Uribe *et al.* (2001), al incrementarse la Temperatura la Gallinaza se deshidrata por consiguiente pierde la calidad y se reduce con un 20 % de humedad.

**Figura 3.** Variación del porcentaje de humedad con los tratamientos y el tiempo. Las letras indican los descriptores de significancia de Duncan ( $p > 0.05$ ).



**Fuente:** Los autores (2017).

# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

### DISCUSIÓN GENERAL



De acuerdo con los parámetros evaluados en los tres tratamientos, se pudo observar a nivel general que los residuos biológicos de concha de caracoles *Melanoides tuberculata* y *Lymnaea columella* se lograron higienizar alcanzando una temperatura entre 22°C y 57°C, mediante la técnica de compostaje. Dichos residuos biológicos presentan altos contenidos de carbono y otros minerales como el calcio y fósforo, sin embargo, el contenido de nitrógeno es bajo, por tal motivo al involucrar una fuente de nitrógeno como hojarasca de leguminosa (*Leucaena leucocephala*), gallinaza y cachaza, se logra equilibrar los nutrientes en el compostaje, que se reflejó en los datos arrojados por el Análisis de Varianza ANDEVA. En estos análisis estadísticos de resultados, se observó que los parámetros evaluados temperatura, pH y % de humedad manejan una ligada relación evidenciándose en la semana 4, cuando el compostaje alcanzó la fase Termofílica, en ese momento la higienización del aporte de nitrógeno orgánico fue dependiente de la humedad, ya que al T2 donde se utilizó gallinaza la temperatura no fue limitante provocando la acides del pH. Debido a que la gallinaza es un material biológico con alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno, que, al ser deshidratada por acción del calor, produce un proceso de fermentación aeróbica que genera nitrógeno orgánico mucho más estable a comparación de su estado inicial. En tanto que, el T3 donde se utilizó Cachaza logró marcar la diferencia en la retención de humedad con el promedio de 60% entre las semanas 7 y 16 frente a los demás tratamientos, esto se debió por su baja densidad y a que se empleó húmeda.

Por su parte el T1 donde se utilizó hojarasca de leguminosa (*Leucaena leucocephala*), no logró marcar diferencia en ninguna de las variables evaluadas debido a que son utilizadas en la agricultura como cercas vivas, que al crecer junto a los cultivos

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

alimentarios sus hojas caen en el suelo, se recolectan y retienen nitrógeno, quedándose como abono y, ocasionalmente, son podadas.



### CONCLUSIONES

Se implementaron tres tratamientos en el proceso de compostaje, utilizando conchas de caracol *Melanoides tuberculata* y *Lymnaea columella* en diferentes mezclas con residuos orgánicos asequibles y abundantes en la región, bajo estas condiciones se marcaron diferencias estadísticas en los tratamientos logrando vislumbrar las bondades ambientales y económicas del uso de residuos considerados peligrosos en recursos como el compost.

De acuerdo con las variables evaluadas en el compostaje, se logró higienizar los residuos biológicos en cuestión, evidenciándose en el T2 (Gallinaza) al alcanzar el pico más alto en la variable temperatura de 57°C, determinando que este tipo de residuo con alta mineralización de materia orgánica el uso del compost se convierte en alternativa viable para mantener y/o mejorar la concentración de N en el suelo.

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acosta, W. & Peralta, W. (2015). *Elaboración de abonos orgánicos a partir del compostaje de residuos agrícolas en el Municipio de Fusagasugá*. (Tesis de grado). Universidad de Ciencias Agropecuarias, Fusagasugá, Colombia. Recuperado de: <http://dspace.ucundinamarca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1234/ELABORACION%20DE%20ABONOS%20ORGANICOS%20A%20PARTIR%20DEL%20COMPOSTAJE%20DE%20R.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castaño, E. (2009). *Obtención y caracterización de nano fibras de celulosa a partir de desechos agroindustriales*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de: [http://www.bdigital.unal.edu.co/920/1/1017137266\\_2009.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/920/1/1017137266_2009.pdf)

Castrillón, O., Bedoya, O & Montoya, D. (2006). Efecto del pH sobre el crecimiento de microorganismos durante la etapa de maduración en pilas estáticas de compost. *Producción + Limpia*, 1(2), 87-98. Recuperado de: [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/512/1/pl\\_v1n2\\_87-98\\_compost.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/512/1/pl_v1n2_87-98_compost.pdf)

Fajardo, E. & Sarmiento, S. (2007). *Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de Saccharomyces cerevisiae*. (Tesis de grado). Pontificia universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Básicas. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis26.pdf>

Riera, N. (2009). *Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas*. (Trabajo de grado). Universidad de Morón, Buenos Aires, Argentina. Obtenido de: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_aves/produccion\\_avicola/02-compostaje.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/02-compostaje.pdf)

Soliva, G. (2009). Efecto de la cachaza y el compost en el rendimiento agrícola de la Col (Brassica Olerácea) variedad KK Cross.), en condiciones de huerto intensivo en el municipio Amancio. (Trabajo de diploma). Centro Universitario “Vladimir Ilich Lenin”, las Tunas, Cuba. Obtenido de: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/941/1/Gabriel%20Soliva%20Silva.pdf>

Uribe, J., Estrada, M., Córdoba, S., Hernández, L. & Bedoya, D. (2001). Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14 (2), 164-172. Recuperado de:

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/viewFile/323763/20780950>

Wencomo, Hilda B, & Lugo, Yudith. (2013). Rendimiento de materia seca y otros componentes en *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con el uso del Liplant. *Pastos y Forrajes*, 36(1), 43-49. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942013000100004&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100004&lng=es&tlng=es).



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

## BUENAS PRÁCTICAS GANADERAS Y CALIDAD DE LECHE

## GOOD LIVESTOCK PRACTICES AND MILK QUALITY



*Diego Fernando Rodríguez Becerra-Edwin Manuel Páez Barón*

Estudiante Zootecnia-Docente Asistente

UNAD

CEAD Tunja

ORCID [orcid.org/0000-0002-0237-2217](https://orcid.org/0000-0002-0237-2217)

Grupo de Investigación GIGASS

[diferobe92@gmail.com](mailto:diferobe92@gmail.com)-[edwin.paez@unad.edu.co](mailto:edwin.paez@unad.edu.co)

---

### RESUMEN

El municipio de Toca es una zona de alta producción lechera, pero desarrollada en su mayoría en sistemas productivos poco tecnificados, lo cual da lugar a un producto final (leche) de variable calidad higiénica y composicional. Con el presente proyecto se pretende establecer las condiciones de calidad higiénica y composicional de pequeños sistemas productivos ganaderos de la zona, con el fin de establecer sus características y correlacionarlos con las prácticas de manejo implementadas a fin de determinar el estado actual y las prácticas que pueden ser implementadas con el fin de mejorar la productividad y competitividad de las explotaciones de la región. Se va a realizar un proceso de caracterización de unidades, observación directa, identificación de puntos críticos, toma de muestras, análisis de laboratorio (recuento de células somáticas, Unidades formadoras de colonia, composición fisicoquímica) capacitación y evaluación del proceso sobre la calidad de la leche.

**Palabras clave:** células somáticas, unidades formadoras de colonia, ordeño.

### ABSTRACT

Toca is an area of high milk production, but developed mostly in low-tech production systems, which results in a final product (milk) of varying hygienic and compositional quality. The present project aims to

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

### “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

establish the hygienic conditions and compositional quality of small livestock production systems in the area, in order to establish their characteristics and correlate them with the management practices implemented to determine the current status and practices that can be applied. be implemented to improve the productivity and competitiveness of farms in the region. A process of characterization of units, direct observation, identification of critical points, sampling, laboratory analysis (somatic cell count, colony forming units, physicochemical composition), training and evaluation of the process on the quality of the milk.

**Keywords:** somatic cells, colony forming units, milking.

### INTRODUCCIÓN

Boyacá es un departamento que fundamenta gran parte de su economía en el sector agropecuario, y dentro de este el sector ganadero es uno de los de mayor importancia, en este sentido, el departamento se ubica en el decimotercer puesto en cuanto a número de cabezas de ganado bovino en Colombia (CONtexto Ganadero, 2013), constituyendo uno de los principales elementos de la producción pecuaria en las zonas rurales. No obstante, gran parte de los sistemas están constituidos por pequeñas unidades con bajo nivel de incorporación tecnológica, infraestructura y maquinaria especializada, lo cual da lugar a la generación de un producto final de regular calidad, con el consecuente bajo precio para el productor, afectando su nivel y calidad de vida.

La producción lechera constituye uno de los principales subsectores que aportan al PIB y promueven la economía del sector agropecuario en el departamento y específicamente en el municipio de TOCA, sin embargo, los bajos precios al productor hacen que esta no sea una actividad que motive al productor, el precio depende de diversos aspectos, en donde los principales son la calidad higiénica y composicional, por lo cual se busca mejorar estos aspectos a través de un proceso de capacitación en buenas prácticas ganaderas y un mejoramiento en la rutina del ordeño con el fin de mejorar la calidad del producto final.



# IV Encuentro Interzonal de Investigación

## “Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



### OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad microbiológica y composicional de la leche de pequeños sistemas productivos en el municipio de Toca con la implementación de un proceso de capacitación en higiene de ordeño y buenas prácticas ganaderas.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar los parámetros composicionales de la leche de pequeños sistemas productivos ganaderos del municipio de Toca.

Evaluar los parámetros microbiológicos de la leche de pequeños sistemas productivos ganaderos del municipio de Toca.

Identificar las prácticas de manejo implementadas en los sistemas productivos ganaderos analizados.

Establecer un plan de mejoramiento con base en los resultados obtenidos.

### METODOLOGIA

Se va a desarrollar un estudio de tipo cualitativo descriptivo con un muestreo

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



dirigido. Mediante la herramienta del Diagnóstico rural participativo se realizará una socialización de las características del proyecto y la búsqueda de productores interesados en participar en el mismo. Con base en la identificación de las unidades productivas de ganadería bovina del municipio de Toca y el interés de los productores se realizará la selección de unidades investigativas y tamaño de la muestra, a las cuales se les aplicará un instrumento de levantamiento de información tipo encuesta y la observación directa, posteriormente se realizará la toma de muestra en cantina o tanque en cada unidad, las cuales serán marcadas, refrigeradas, transportadas y enviadas para su análisis en el laboratorio de Corpoica en la ciudad de Mosquera. Con base en los resultados de laboratorio, los datos de la encuesta y la observación del proceso en las unidades productivas analizadas, se implementará un proceso de capacitación en higiene de ordeño y buenas prácticas para mejorar la calidad de la leche, para lo cual se realizará dos muestreos posteriores al desarrollo del proceso con el fin de evaluar la incidencia del mismo en el mejoramiento del producto final. Los datos obtenidos se registrarán en una base de datos de Excel, y serán analizados estadísticamente mediante el programa SPSS versión 18.

### RESULTADOS

Los resultados preliminares acerca del recuento de células somáticas y el recuento de mesófilos aerobios por citometría de flujo permiten identificar la existencia de un producto lácteo de baja calidad media, con alta carga microbiológica y presencia de células inflamatorias, indicativo de la existencia de procesos inflamatorios a nivel de la glándula mamaria y un mal manejo del producto post ordeño hasta su transporte a sitio de colecta en tanque de frío. Mediante la observación directa se observan unas prácticas de manejo básicas, y un bajo nivel de incorporación tecnológica en las unidades analizadas. Se está realizando el proceso de capacitación en cada una de las unidades productiva, con base en

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”



el análisis de los puntos críticos del proceso en donde se tiene mayor debilidad, esto con el fin de mejorar la calidad del producto y con ello la competitividad y rentabilidad de las unidades productivas lácteas analizadas.

Tabla 1. Resultados preliminares de calidad de leche.

| CodMuestra | FecRadicacion | Celulassomatias | EstadoMuestra | mesofilos (Bactoscan) |
|------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------------|
| L17-118631 | 11/10/2017    | 1247787         | Verificada    | 381732                |
| L17-118632 | 11/10/2017    | 115678          | Verificada    | 674483                |
| L17-118633 | 11/10/2017    | 126159          | Verificada    | 3992399               |
| L17-118634 | 11/10/2017    | 291410          | Verificada    | 7117037               |
| L17-118635 | 11/10/2017    | 629487          | Verificada    | 964619                |
| L17-118636 | 11/10/2017    | 164525          | Verificada    | 14948                 |
| L17-118637 | 11/10/2017    | 181927          | Verificada    | 36841160              |
| L17-118638 | 11/10/2017    | 43001           | Verificada    | 8157780               |
| L17-118639 | 11/10/2017    | 390496          | Verificada    | 9316578               |
| L17-118640 | 11/10/2017    | 248943          | Verificada    | 2891372               |

Se espera que la capacitación y la implementación de un programa de mejora en buenas prácticas ganaderas puedan contribuir en el mejoramiento de la composición y calidad de la leche en las unidades productivas analizadas, con ello incrementar el ingreso económico al productor y mejorar su calidad de vida

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## IV Encuentro Interzonal de Investigación

“Perspectivas de la Investigación ante la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia”

Agudelo, D., & Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado. *Revista Lasallista de Investigación*, Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia, 2 (1):38-42

Botero L., Vertel M., Florez L., & Medina J. (2012). Calidad composicional e higiénico-sanitaria de leche cruda entregada en época seca por productores de Galeras, Sucre. Universidad de Antioquia Medellín, Colombia *Vitae*, 19 (1): 314-316.

Calderón A., Rodríguez V., & Vélez S. Evaluación de la calidad composicional de leches en cuatro procesadoras de quesos en el municipio de Montería, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 12 (1):912-920

López A. & Vásquez S. (2009). Costos de producción lechera en Colombia, problemas y oportunidades. *Universidad EAFIT*. Escuela de Administración. Departamento de Economía. Medellín, Colombia.

Martínez, M., & Gómez, C. (2013). Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Sucre, Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 11 (2): 93-100.

Uribe F., Zuluaga A., Valencia L., Murgueitio E., & Ochoa L. (2011). Buenas prácticas ganaderas. Manual 3, *Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGÁN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 82 p

