

CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN PLANTACIONES DE *CUPRESSUS LUSITANICA* (MILL) Y SU POTENCIAL UTILIZACIÓN EN PROYECTOS DE RESTAURACIÓN, TUNJA – BOYACÁ

CHARACTERIZATION OF THE VEGETATION IN *CUPRESSUS LUSITANICA* PLANTATIONS (MILL) AND ITS POTENTIAL UTILIZATION IN RESTORATION PROJECTS, TUNJA – BOYACÁ

Angela Rocío Mora Parada¹

Manuel Galvis Rueda²

¹ Msc. en Ciencias Biológicas. Docente Conservación e Investigador grupo Investigación en Estudios Micro y Macro Ambientales (MICRAM), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia.

² Msc. en Educación. Docente Ecología e Investigador grupo Investigación en Estudios Micro y Macro Ambientales (MICRAM), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia país.

¹ angela.mora@uptc.edu.co

² manuelgalvis@gmail.com

Resumen

Se realizó la caracterización, composición y estructura de especies vegetales en una plantación de *Cupressus lusitanica*, presente en un predio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de Tunja-Boyacá a 5°33'29.0" N y 73°21'37.0" O. Los datos se tomaron siguiendo la metodología de Braun-Blanquet, con algunas modificaciones; se cuantificó y caracterizó la vegetación existente dentro de un área de 1.225 m², dividida en 5 parcelas de 16 m², 81 m², 324 m², 625 m² y 1.225 m². Se registraron 943 individuos distribuidos en 47 especies, 42 géneros y 21 familias, siendo la familia Poaceae la más diversificada con 14 especies distribuidas en 13 géneros y Asteraceae con 8 especies

distribuidas en 6 géneros. El índice de Simpson mostró una dominancia en todas las parcelas, siendo la más representativa la de 1225 m² con 0,9703, y la más diversa en especies según el índice de Shannon-Wiener con 3,64 (H'), de la misma manera que para el índice de Margalef presenta una biodiversidad de especies alta con el 8,017; seguida por la parcela de 625 m² con 7,712 y 6,023 la de 324 m², registrando baja biodiversidad la de 16 m² con 2,834. El hábito herbáceo fue el más predominante con el 89,7% de los individuos, seguido por el arbustivo con el 10,07% y las lianas con un 0,21%. Se encontraron especies con diferentes tipos y forma de vida pertenecientes a bosque alto andino y a

sucesión herbazal-leñosa, que por sus rasgos de historia de vida como ciclo corto aportan biomasa y alta producción de semillas, por ende, son óptimas en procesos de restauración ecológica: *Agrostis boyacensis*, *Calamagrostis effusa*, *Rhynchospora nervosa*, *Baccharis bogotensis*, *Baccharis latifolia* y *Croton funckianus*.

Palabras clave: Composición; estructura; especies nativas; plantaciones forestales.

Abstract

The characterization, composition and structure of plant species associated with a *Cupressus lusitanica* plantation, present in a property of the Pedagogical and Technological University of Colombia of Tunja-Boyacá at 5 ° 33'29.0 " N and 73 ° 21'37.0, was achieved. "OR. The data was taken following the Braun-Blanquet methodology, with some modifications; the existing vegetation was quantified and characterized within an area of 1,225 m², divided into 5 plots of 16 m², 81 m², 324 m², 625 m² and 1,225 m². There were 943 individuals distributed in 47 species, 42 genera and 21 families, being the family Poaceae the most diversified with 14 species

distributed in 13 genera and Asteraceae with 8 species distributed in 6 genera. The Simpson index showed dominance in all the plots, being the most representative the 1225 m² with 0.9703, and the most diverse in species according to the Shannon-Wiener index with 3.64 (H'), of the same way that for the Margalef index it presents a high biodiversity of species with 8,017; followed by the plot of 625 m² with 7,712 and 6,023 that of 324 m², with a low biodiversity of 16 m² with 2,834. The herbaceous habit was the most predominant with 89.7% of the individuals, followed by the shrub with 10.07% and the lianas with 0.21%. Species with different types and way of life belonging to high Andean forest and herbaceous-woody succession were found, which due to their life history features as a short cycle provide biomass and high seed production, therefore, they are optimal in ecological restoration processes: herbs (*Agrostis boyacensis*, *Calamagrostis effusa*, *Rhynchospora nervosa*) and shrubs (*Baccharis bogotensis*, *Baccharis latifolia* and *Croton funckianus*).

Keywords: Composition; forest plantations; native species; structure.

Introducción

Los bosques nativos a diferencia de los bosques plantados, constituyen un factor de protección importante contra la erosión, pues además de la gran diversidad genética de especies de flora y fauna que contienen, amortiguan fluctuaciones climáticas (Corredor & Vargas, 2007). La sustitución de estos ecosistemas naturales por plantaciones, no es un tema aceptado ecológica ni socialmente, pues provocan generalmente impactos negativos de carácter ecológico y social, principalmente por el daño estructural y funcional sobre la riqueza y biodiversidad de los suelos y los recursos hídricos, factores generalmente negativos (Cavelier & Santos, 1998).

En los Andes colombianos las especies exóticas más comunes son *Pinus patula*, *Cupressus lusitanica*, *Pinus caribaea*, *Pinus elliottii*, *Pinus oocarpa*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus camaldulensis*. Las plantaciones de *C. lusitanica*, presentan condiciones muy diferentes debido a su estructura monoestratificada lo que, sin duda, genera cambios y consecuencias drásticas para los ecosistemas naturales, como el efecto negativo que causan en la vegetación autóctona, sugiriendo que esta característica podría inhibir el establecimiento de plántulas nativas o acelerar el proceso de degradación en el suelo (Richter, Markewitz, Trumborey Wells, 1999).

“A partir de los estudios en campo se pueden determinar las interacciones de las plantaciones antrópicas con la sucesión natural de las especies nativas, su diversidad florística y la abundancia de estas podría constituirse como potencial de recuperación de áreas que han perdido la composición propia” (Fernández, Camargo y Sarmiento, 2012, p. 2).

Hofstede, Lips y Jongsma (1998), plantean que en algunos cultivos de pino se observa una regeneración de arbustos y árboles andinos nativos, pero esto no quiere decir que una plantación de este tipo sea un regulador ideal para tener regeneración, ya que estas aportan cambios del ecosistema conllevando a factores que limitan dicha regeneración del bosque natural; sin embargo, en Colombia, en plantaciones de *P. patula* y *C.lusitanica* (Cavelier y Tobler, 1998) se registra desarrollo de sotobosque de especies nativas.

Con base en los datos tomados de una plantación

forestal se abordó este estudio, cuyo objetivo principal fue caracterizar la composición y estructura de la vegetación que se establece en la plantación de *C. lusitanica*, y poder así determinar la diversidad de la regeneración presente en esta plantación en diferentes estados de desarrollo y finalmente valorar la interacción de las plantaciones con la regeneración natural.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en una plantación homogénea de *Cupressus lusitanica* de aproximadamente 30 años, ubicada en el predio denominado “La Colina” de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) del municipio de Tunja: 5°33’29.0” N y 73°21’37.0”O, la cual se encuentra en zona de vida Andina según Cuatrecasas (1934) a 2.823 m.s.n.m. (Figura 1). Posee una temperatura ambiental promedio de 24°C, temperatura promedio de suelo de 18° C y una humedad relativa promedio de 34%.

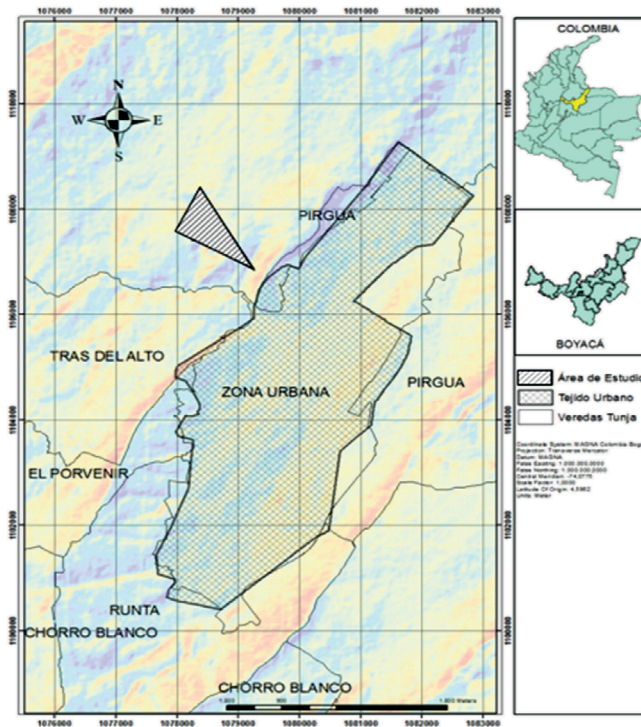


Figura 1. Localización del área de estudio: Plantación de *Cupressus lusitanica*, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja- Boyacá.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se establecieron 5 parcelas dentro de un área de 1.225 m² siguiendo la metodología de Braun-Blanquet (1979), con algunas modificaciones, en parcelas de 16 m², 81 m², 324 m², 625 m² y 1225 m², en las que se cuantificó y registró la vegetación existente, su altura y cobertura.

Para cada especie se recolectaron tres ejemplares acompañados por una etiqueta con información sobre su hábito de crecimiento y características particulares. La identificación se realizó hasta la categoría taxonómica posible siguiendo el sistema de clasificación de Cronquist (1981), que usa claves taxonómicas, consulta a especialistas y comparación con ejemplares depositados en colecciones científicas del Herbario Virtual de la Universidad Nacional de Colombia, del Jardín Botánico de Bogotá y en base de datos: Trópicos y *The Plant List*. La clasificación de las gramíneas como plantas C₃ o C₄, por variables fotosintéticas, se realizó con el aporte del Dr. Diego Giraldo.

Análisis de datos

Para caracterizar la composición y estructura de la vegetación se calcularon los índices de riqueza de especies (Margalef), e índices basados en la abundancia relativa de especies Shannon-Wiener, Simpson con el programa Software PAST v.4.17.

Resultados y Discusión

Se registraron 943 individuos agrupados en 47 especies, 42 géneros y 21 familias (Tabla 1). Las familias con la mayor diversidad de especies y géneros, fue Poaceae (14) con (13) géneros y Asteraceae (8) y (6) géneros, con menor diversidad se encuentran Agavaceae, Amaranthaceae, Brassicaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae, Iridaceae, seguidas de Juncaceae, Orchidaceae, Oxalidaceae, Passifloraceae, Polygalaceae y helechos como Aspleniaceae y Polypodiaceae (Figura 2). Siendo Poaceae una familia de colonización rápida y heliófila total resistente a la interacción presente con las escamas de la plantación.

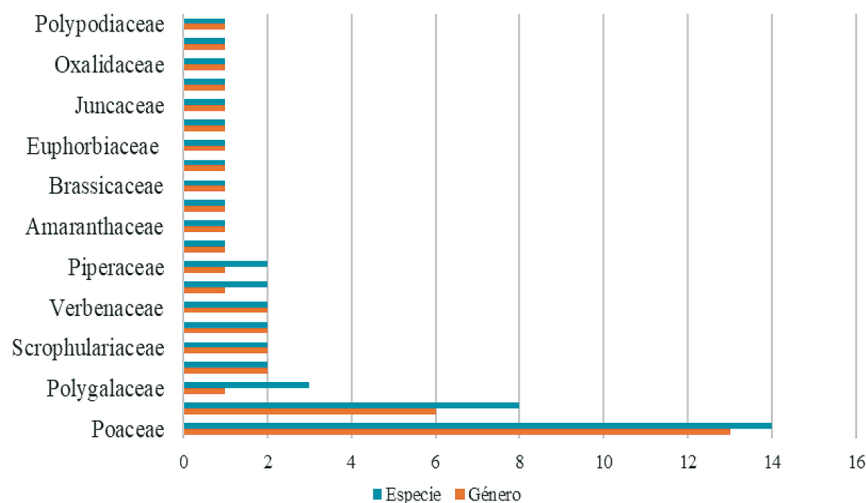


Figura 2. Diversidad de familias, géneros y especies asociadas a la plantación de *Cupressus lusitanica*. Fuente: Elaboración propia (2017)

Los géneros más diversos encontrados fueron *Baccharis* con 3 especies, *Paspalum* 3 y *Polygala* 3, seguidos por *Peperomia* y *Tillandsia*

cada uno con 2 especies, los otros géneros registraron 1 sola especie como *Aristida*, *Achyrochyne*, *Ageratina* y *Agrostis* (Figura 3).

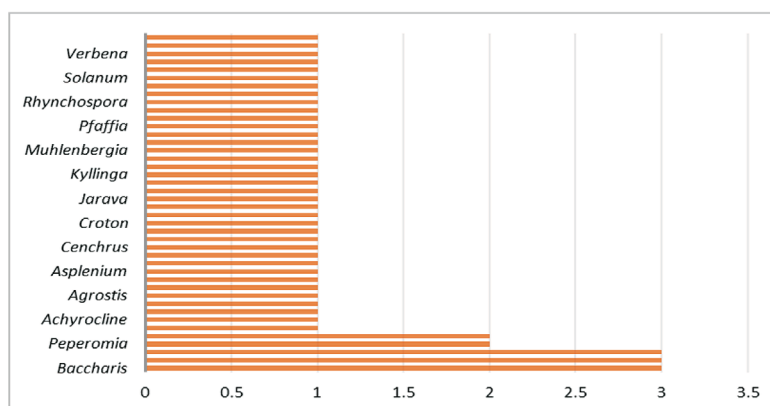


Figura 3. Géneros más diversos asociados a la plantación de *C. lusitanica*.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Las especies más abundantes fueron *Piptochaetium panicoides* (Lam.) E. Desv (60), *Achyrocline bogotensis* Kunth (DC) (56), *Juncus* sp1 (56), *Andropogon* sp (55), *Vulpia Myuros* (L.) C.C. Gmel (50), *Aristida* sp (40), *Kyllinga Odorata* (Vahl) (36), *Rhynchospora nervosa* (Vahl) Boeck (36), *Cortaderia nítida* (Kunth) Pilg (35), *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguélen (33), *Jarava ichu* (Ruiz & Pav.) (28), *Sonchus oleraceus*(L.) (27), *Epidendrum secundum*

(Jacq.) (25), seguida de *Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (20), *Tillandsia clavijera* (Mez) (20), *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. (20) y *Calamagrostis effusa*, *Baccharis boyacensis*, *Chromolaena scabra* con 18 (Figura 4); mientras que las menos abundantes son *Peperomia* sp2 con 4, *Baccharis bogotensis* (Ruiz & Pav.) Pers (4), *Veronica pérsica* (Poir.) (4), *Passiflora bogotensis* (Benth) (4) y *Croton funckianus* (Müll. Arg) con 3.

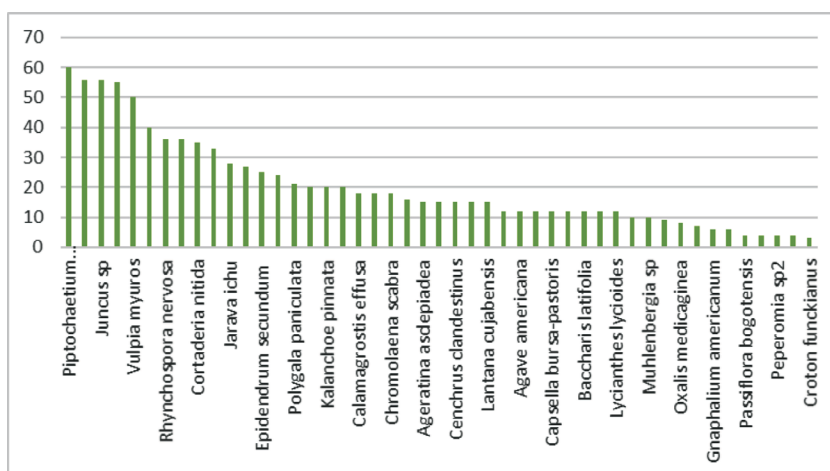


Figura 4. Abundancia de especies asociadas a la plantación de *Cupressus lusitanica*.

Fuente: Elaboración propia (2017)

El hábito de crecimiento predominante fue el herbáceo con el 89,71% de los individuos y una cobertura de 49,61%, seguido por el arbustivo con el 10,07% y el 48,71% de cobertura,

las lianas tuvieron un 0,21% y una cobertura de 1,6% (Figura 5), encontrando una mezcla de especies indicadoras de diferentes tipos de forma de vida de bosque mencionado

anteriormente *A. bogotensis*, *B. bogotensis*, *B. latifolia*, *C. effusa* y *R. nervosa*, esto se puede dar por los procesos de regeneración de la

cobertura vegetal existente antes del establecimiento de la plantación.

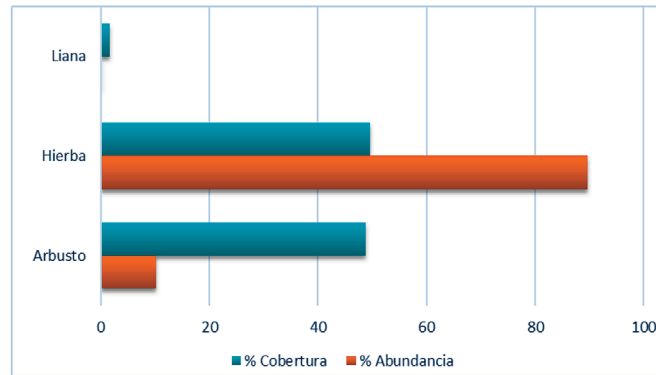


Figura 5. Hábito de crecimiento por % de abundancia, y cobertura de los individuos asociados a la plantación de *Cupressus lusitanica*.

Fuente: Elaboración propia (2017).

El área presentó un grado de dominancia de las especies en todas las parcelas, siendo la más dominante la de 16 m² con el 0,09977 seguida por la de 81 m² con una dominancia del 0,07129, mientras que los ejemplares menos dominantes corresponden a las parcelas de 625 m² y de 1225 m² con el 0,03108 y el 0,02968 respectivamente (Ver Tabla 2).

El índice de Simpson mostró una dominancia de ejemplares en todas las parcelas, en donde la dominante es la de 1225 m² con 0,9703, y la más diversa en especies según el índice de Shannon-Wiener, con 1,59 (H'), de la misma manera que para el índice de Margalef, presenta una biodiversidad de riqueza de especies altas con el 8,017, seguida por la de 625 m² con 7,712 y 6,023 de 324 m², registrando una baja biodiversidad la de 16 m² con 2,834.

Tabla 2. Índices de Shannon-Wiener, Simpson, Margalef para las especies asociadas a la plantación de *C. lusitanica* por área de parcela.

Indices	16 m ²	81 m ²	324 m ²	625 m ²	1225 m ²
Taxa_S	13	20	33	44	46
Individuals	69	133	203	264	274
Dominance_D	0,09977	0,07129	0,04205	0,03108	0,02968
Simpson_1-D	0,9002	0,9287	0,9579	0,9689	0,9703
Shannon_H	1,0142	1,2061	1,4576	1,5646	1,5911
Margalef	2,834	3,885	6,023	7,712	8,017

Fuente: Elaboración propia (2017).

Dentro de las características ecológicas para cada una de las especies (Tabla 1), se encontró que 33 son de origen nativo, 6 introducidas, y 1 subcosmopolita, resaltando su tipo de longevidad, fruto, dispersión, propagación y raíz. Para las especies precursoras nativas se describe su función y uso en restauración ecológica (Ver Tabla 3).

Para las especies de la familia Poaceae se indicó la clasificación de las vías fotosintéticas C₃ y C₄ (Tabla 4), encontrando que, de las 14 especies encontradas 8 presentan vía fotosintética C₄ y 6 especies la C₃.

Tabla 4. Clasificación de las vías fotosintéticas y origen de las gramíneas (Poaceae) asociadas a la plantación de *C. lusitanica*.

Género	Especie	Vía fotosintética	Origen
Piptochaetium	<i>Piptochaetium panicoides</i> (Lam.) E. Desv.	C ₃	Nativa
Jarava	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	C ₃	Nativa
Paspalum	<i>Paspalum</i> sp	C ₄	Nativa
Paspalum	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé	C ₄	Nativa
Setaria	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	C ₄	Nativa
Cenchrus	<i>Cenchrus clandestinus</i> (Hochst. ex Chiov.) Morrone	C ₄	Introducida-Naturalizada
Agrostis	<i>Agrostis boyacensis</i> Swallen & García-Barr.	C ₃	Nativa
Sporobolus	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.	C ₄	Subcosmopolita
Vulpia	<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmel.	C ₃	Introducida
Aristida	<i>Aristida</i> sp	C ₄	Introducida
Muhlenbergia	<i>Muhlenbergia</i> sp	C ₄	Nativa
Andropogon	<i>Andropogon</i> sp	C ₄	Nativa
Cortaderia	<i>Cortaderia nitida</i> Kunth Pilg.	C ₃	Nativa
Calamagrostis	<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.	C ₃	Nativa

Fuente: Elaboración propia (2017).

Discusión

Los resultados de este estudio, demostraron que la plantación de *C. lusitanica* establecida en el sector “La Colina” de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sí restringe el crecimiento de otras especies vegetales leñosas y herbáceas que se observan en áreas adyacentes al área de estudio.

Con los datos de riqueza y estructura, se concluyó que la diversidad de especies para la familia Poaceae y Asteraceae, coinciden con los estudios de CONIF (1998), que afirman que la mayor riqueza y diversidad de especies para el trópico y el páramo, se encuentran dominados

por este grupo de familias, pero en plantaciones de pino, las familias más abundantes son Asteraceae, Melastomataceae, Poaceae, fabaceae, rubiaceae y Solanaceae las cuales se caracterizan por poseer mecanismos exitosos de reproducción y dispersión, así como la mayoría de dichas especies son colonizadoras o pertenecen estadios iniciales del proceso de sucesión.

Lo anterior sugiere que los bosques plantados con *C. lusitanica*, asocian especies de ruderales o adventicias exóticas que se adaptan a diferentes variables climáticas, inhibiendo la regeneración de las primeras sucesiones de

especies propias de la región como lo expone Fernández et al.(2012), quien cita trabajos investigativos de origen internacional y a su vez referencia que en el sotobosque de algunas plantaciones de eucalipto crece un número importante de especies, mientras que en nuestro país, se presentan en plantaciones de *P. patula* y *C. lusitanica* (Cavelier & Tobler, 1998) y (Dueñas & Cortés, 1990) en la región del Vichada, bajo plantaciones de *P. caribaea*.

Sin embargo, la presencia del género *Baccharis* con las especies *B. boyacensis*, *bogotensis* y *latifolia*, informa que en este bosque plantado hace más de 30 años, se está iniciando en su interior una insuficiente etapa de sucesión leñosa con este grupo de plantas arbustivas importante para la restauración ecológica y dinámica de recuperación de ecosistemas degradados (Ver Tabla 3), así mismo, la incidencia de la plantación no permite observar la alta frecuencia de estos individuos por la competencia de recursos, como se evidencia en los trabajos realizados en plantaciones de pino y de zona Andina Cundinamarca de Vargas (2007), y Cavelier et al. (1999), quienes encontraron un total de cuatro especies leñosas de plantas nativas en plantaciones abandonadas de *P. radiata* en los Andes Colombianos.

Esta diferencia podría deberse a que las semillas (Aquenios), no están llegando a este tipo de vegetación, y las pocas que llegan, no logran germinar, así como las escasas que logran emerger, no consiguen establecerse, ya sea por factores microclimáticos o por la acumulación de escamas en el suelo de esta plantación que podría inhibir el establecimiento de plántulas de especies nativas. Sin embargo, la mayor humedad del aire, la protección contra el viento y la sombra dentro de las plantaciones, favorecen la aparición y desarrollo de un mayor número de especies que en la de una sabana (Dueñas & Cortés, 1990).

La presencia de especies de poaceas con la mayor abundancia como *Piptochaetium panicoides* (Lam.), E. Desv, *Vulpia Myuros* (L.) C.C. Gmel, *Andropogon* sp, *Cortaderia nítida* (Kunth) Pilg, *Aristida* sp, *Calamagrostis effusa*, *Jarava ichu* (Ruiz & Pav.) y *Juncus* sp, propias de potreros abiertos, heliófitas totales y de periodo anual; se pueden establecer por la distancia de las plantaciones que dejan entrar mayor radiación solar, pero que impiden expresar regularmente la presencia de nuevas etapas sucesionales; es importante resaltar el establecimiento de la primera etapa sucesional conformada por *Cortaderia nítida* y *Calamagrostis effusa* (Ver Tabla 3), estas especies pioneras nativas promueven el mejoramiento de los factores nutricionales del suelo por la acumulación de necromasa.

Al igual que se encontró un pequeño número de especies propias de la región como *Achyrocline bogotensis*, *Kyllinga Odorata* (Vahl), *Rhynchospora nervosa* (Vahl) Boeck, *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguelen, *Sonchus oleraceus*(L.), *Epidendrum secundum* (Jacq.), seguida de *Sporobolus indicus* (L.) R. Br.), *Tillandsia clavijera* (Mez), *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers y *Agrostis boyacensis*.

Posteriormente el hábito de crecimiento se vio influenciado por las herbáceas, siendo un factor normal propio de las fases sucesionales, dominado por las poaceas ya que por su método de dispersión es más frecuente, los demás grupos como hábitos de arbustos y árboles, se encontraron en menos frecuencia o ausentes por la poca influencia de dispersores y condiciones climáticas no muy óptimas para su establecimiento, allí se evidencia una amplia dispersión anemócora por la presencia de familias como Asteraceae y Poaceae.

En general, el estudio demostró una mayor dominancia y biodiversidad en las parcelas de 1225 m², observando que a medida que se

umenta el tamaño de las parcelas se evidenció el incremento en su diversidad; sin embargo, no se evidenció una alta capacidad de sucesión de especies leñosas, encontrando solo 4 especies de este tipo y demostrando que la acumulación de escamas en el suelo de las plantaciones de este ejemplar podría inhibir el establecimiento de plántulas de especies nativas; al igual que suelen modificar la estructura y composición del suelo, disminuir la retención de calor, la capacidad hídrica por máxima evapotranspiración, afectando la dinámica hídrica a nivel regional y la alteración de la abundancia y riqueza de la flora y la fauna (León & Gamboa et al. 2010).

Las Poaceas que presentan las vías fotosintéticas C_4 , como *Paspalum bonplandianum*, *Setaria parviflora*, *Cenchrus clandestinus*, *Sporobolus indicus*, *Aristida sp.*, y *Muhlenbergia sp.* difieren significativamente de las C_3 , *Piptochaetium panicoides*, *Jarava ichu*, *Agrostis boyacensis*, *Vulpia myuros*, *Cortaderia nitida* y *Calamagrostis effusa*; en su fisiología, bioquímica, anatomía, ultra estructura y requerimientos ambientales, de igual manera que sucede con las adaptaciones ecológicas y los factores climáticos que son limitantes difieren entre estas dos vías fotosintéticas como enuncia (Clayton & Renvoize, 1999, citado por Cañas, 2010).

Sin embargo, es importante resaltar que la presencia de especies tanto de vía Fotosintética C_3 como de C_4 , en áreas sombreadas, puede estar ligado a factores climáticos de adaptación, pues la mayoría de estas especies son representativas de hábitats abiertos de alta intensidad lumínica y elevadas temperaturas para así excluirlo de hábitats fríos; Cañas (2010), en su trabajo de vías fotosintéticas y distribución altitudinal de las gramíneas (Poaceae) del Transecto Sumapaz (vertiente occidental de la Cordillera Oriental, Cundinamarca, indica que las C_3 se distribuyen ecológicamente de manera diferencial, comparándolas con

las C_4 , puesto que las primeras se desarrollan en tierras bajas y hábitats sombreados (sotobosques), lo que les permite disponer de intensidades lumínicas menores.

Conclusiones

Los análisis estadísticos manifestaron diferencias en las parcelas establecidas dentro de la plantación, lo que demostró que existe una diversidad de especies vegetales que conviven y comparten recursos en dicha plantación.

La poca diversidad de vegetación en esta plantación mostro baja presencia de fauna, donde el principal agente dispersor fue el viento.

El establecimiento de la plantación de *C. lusitanica* en la zona de *La Colina* de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, impide el desarrollo de vegetación nativa bajo el dosel y, por el contrario, conforma es un sotobosque muy homogéneo.

Las familias más dominantes dentro de la plantación fueron Asteraceae y Poaceae.

La ausencia de un plan de manejo del área plantada con *C. Lusitanica* genera la oportunidad para discutir el desarrollo del área para propósitos de conservación de la biodiversidad y de sus suelos. Una estrategia de conservación que podría ser la más apropiada para ello, es la realización de claros dentro de la plantación para promover una restauración pasiva, otra es la de sustituir algunos individuos por otras especies arbóreas nativas de rápido crecimiento que permitan el reclutamiento natural de otras especies (restauración activa).

Agradecimientos

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Uptc) y al grupo Micram, por el apoyo logístico, técnico y económico brindado para la realización de este trabajo.

Literatura citada

- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. BlumEdic, Madrid. Recuperado de http://www.floramontiberica.org/entrada_Braun-Blanquet.htm.
- Cañas, D. (2010). Distribución e invasión de gramináceas c3 y c4 (Poaceae) en un gradiente altitudinal de los andes de Colombia. 1(32.), 65-86. doi:10.15446/caldasia
- Cavelier, J. and A. Tobler. (1998). The effect of abandoned plantations of *Pinus patula* and *Cupressus lusitanica* on soils and regeneration of a tropical montane rain forest in Colombia. *Biodiversity and Conservation* 7(3): 335-347. Recuperada de <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008829728564>
- Corredor, S., & Vargas, O. (2007). Efectos de la creación de claros experimentales con diferentes densidades, sobre los patrones iniciales de sucesión vegetal en plantaciones de *Pinus patula*. En *Restauración ecológica del bosque Altoandino*. O. Vargas & Grupo de Restauración Ecológica Universidad Nacional de Colombia (eds.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Dueñas, H. y F. Cortés. (1990). Comparación de la vegetación asociada a un cultivo de *Pinus caribaea* con la existente en sabanas bien drenadas de la Orinoquia Colombiana (Gaviotas, Vichada). Centro Experimental "Las Gaviotas", Bogotá. 33 p.
- Fernández, M., F. Camargo Y. K. y Sarmiento, M.B. 2012. Biodiversidad vegetal asociada a plantaciones forestales de *Pinus caribaea*-Morelety *Eucalyptus pellita* F. MUELL establecidas en Villanueva, Casanare, Colombia., 65(2.), 6749-6764. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/36491/46746>
- Hofstede, R., Lips, J., Jongsma. (1998). Geografía, ecología y forestación de la sierra ecuatoriana [PDF]. (Abya -Yala). Quito: Proyecto EcoPar.
- León-Gamboa, A. L., Ramos, C., & García, M. R. (2010). Efecto de plantaciones de pino en la artropofauna del suelo de un bosque Altoandino. 58(3.), 1031-1048. doi:<https://doi.org/10.15517/rbt.v58i2.5261>
- Richter D., Markewitz, D., Trumbore, S., & Wells, C. (1999). Rapid accumulation and turnover of soil carbon in a re-establishing forest, 400(6739.), 56-58. Recuperado de <https://escholarship.org/uc/item/2gd79762>
- Vargas O. 2007. Restauración Ecológica del Bosque Altoandino: Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D.C)
- Villarpando, D. Villarpando, P. & Villalobos, J. 2011. Fichas botánicas de especies agroforestales nativas aptas para tierras altoandinas. Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de los Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA). CARE Bolivia y el Programa Nacional de Cambio Climático (VMA-MMyA).

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses