

## ESTUDIO DE PLANTAS VASCULARES EN TERRENOS ALEDAÑOS A LOS YACIMIENTOS DE CALIZA EN NOBSA, BOYACÁ, COLOMBIA

Nidia Yaneth Torres Merchan  
 Universidad de Boyacá  
 Correo electrónico: nidtorres@uniboyaca.edu.co

Yeimmy Consuelo Sarmiento  
 Universidad Nacional de Colombia  
 Correo electrónico: ycsarmientom@unal.edu.com

### RESUMEN

El estudio que se presenta a continuación se realizó en los terrenos de la empresa Acerías Paz del Río, en los sectores de Chameza, Belencito y Malsitio, los cuales han sido utilizados para la explotación minera, por lo cual la empresa debe implementar planes de manejo ambiental en donde la restauración se lleve a cabo con especies propias de la región, motivo por el cual se llevó a cabo el estudio de la riqueza y composición florística de los estratos, junto a la caracterización fisonómica, calculando la cobertura, el área basal, índice de valor de importancia (IVI) e índice de predominio fisonómico (IPF), con base en el muestreo de los individuos en 20 parcelas de 10 m x 10 m para un total de 2000 m<sup>2</sup> de área considerada. Se encontraron 51 familias, 130 géneros y 149 especies. El sector con menor abundancia en familias, géneros y especies es Chameza con porcentajes de 30% para familias, géneros 27.7% y especies con el 27%. La familia más diversa a nivel de géneros es Asteraceae con 22%. El sector de Malsitio fue el que presentó mayor número de especies, con 113, seguido por Belencito con 106 y, finalmente, Chameza con 81. Para el estrato subarbóreo y arbóreo se encontró que la especie con mayor índice de valor de importancia IVI e índice de predominio fisonómico IPF, fue *Escallonia pendula* 212 (IPF) y 204 (IVI). Con el anterior estudio se contribuyó a la implementación adecuada de planes de restauración en terrenos que han sido explotados por su riqueza minera.

### PALABRAS CLAVE

Explotación, minas de caliza, plantas vasculares, sucesiones vegetales.

## STUDY OF VASCULAR PLANTS IN NEIGHBORING LANDS OF LIMESTONE DEPOSITS IN NOBSA, BOYACÁ, COLOMBIA

### ABSTRACT

The present study was performed on lands belonging to in the grounds of Acerías Paz del Río cCompany in the areas of Chameza, Belencito and Malsitio, which have been used for mining,; so therefore, the company must implement environmental management plans in which the that contemplate the restoration is carried out with regional species of the region. , whyThis research was conducted in order to study the richness and floristic composition of the layersstratum, together with the characterization Pphysiognomic characterization, by means of calculating the coverage, the basal area, importance value index (IVI) and physiognomic dominance index (IPFPDI), based on the sampling of individuals in 20 plots of 10 m x 10 m for a total of a 2000 m<sup>2</sup> area in question. Where they found 51 families, 130 genera and 149 species were found. The sector with the lowest abundance in families, genera and species is Chameza with percentages of: 30% for families, genera and species with 27.7%, and species with to 27%. The most diverse family at the genus- level gender iswas Asteraceaea with 22%. The sector Malsitio sector which waspresented the highest number of species 113, followed by Belencito with106, and finally Belencito with Chameza with 81. For the sub-arboreal and arboreal stratums, subarbóreo and found that the species with the highest importance value index and (IVI) and

physiognomic dominance index (PDI) of IPF was *Escallonia pendula* 212 (IPF) and 204 (IVIPDI). In the previous study contributed to the proper implementation of restoration plans in areas that have been exploited for their mineral wealth.

**KEY WORDS:** Exploitation, limestone mines, vascular plants, vegetable successions.

---

## INTRODUCCIÓN

El departamento de Boyacá es privilegiado al presentar diversidad de ecosistemas andinos y reservas de minerales como hierro, calizas y carbón, que han hecho posible la instalación de industrias, que son el soporte económico de gran parte de la población de la región. No obstante, la explotación de las riquezas naturales de este territorio, conlleva al deterioro de la vegetación, por lo cual, la empresa privada y las entidades gubernamentales han desarrollado proyectos sobre Planes de Manejo Ambiental en las minas de caliza, los que han hecho posible labores de restauración, recuperación morfológica y paisajística para mitigar los daños ocasionados al terreno por la explotación minera; sin embargo, no se han desarrollado proyectos de caracterización de flora que permitan determinar las especies vegetales propias de la región. Cabe resaltar, sin duda, algunos estudios como los realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1965) y Hernández *et. al* (1995) sobre la vegetación del valle de Sogamoso; esta área se considera como parte de un bosque altoandino donde se desarrollan formaciones xerofíticas y subxerofíticas con especies típicas de la familia Cactaceae (*Opuntia shumani*), Agavaceae (*Agave americana*), y especies arbustivas de hojas pequeñas y suculentas.

De acuerdo con Arango (1997), la cordillera oriental de Cundinamarca, el altiplano Cundiboyacense, así como la región del río Chicamocha, hacen parte de áreas muy afectadas por procesos de amenaza y extinción de plantas. El conocimiento de la flora existente en terrenos de explotación de calizas contribuirá a programas de conservación, y servirá para desarrollar programas de restauración y estudios fitosociológicos. Este estudio busca realizar una caracterización de la flora que se encuentra alrededor de la zona afectada, conocer su nombre común o vulgar, su nombre científico, su hábitat y sus usos, como una contribución inicial para mitigar el impacto que causa las explotaciones mineras.

---

## ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se desarrolló en la planta industrial de Acerías Paz del Río, que está ubicada en el sector del área minera de Belencito, en jurisdicción de los municipios de Nobsa y Corrales (Boyacá), a 7 Km de Sogamoso, 70 Km de Tunja y 220 Km de Bogotá. Su altitud es de 2560 m, su temperatura promedio de 18 °C y una precipitación de 500 a 1000 mm por año. El clima de la zona puede definirse como semiárido, con base en la precipitación y las variaciones diarias de temperatura. En cuanto a la humedad, pueden establecerse dos épocas más o menos bien definidas a lo largo del año donde se alternan dos periodos: lluviosos y secos (Ideam 2003).

Los yacimientos de caliza que explota Acerías Paz del Río están situados en las propias inmediaciones de Belencito, cerca de 2 Km al oeste del alto horno, considerado como el punto central de la planta siderúrgica. Se trata de un yacimiento sedimentario marino del cretáceo inferior, que se extiende ininterrumpidamente a lo largo de una faja del rumbo noroeste de más de 10 Km de longitud, desde el sur de Nobsa hasta el norte de Corrales. La formación que contiene las calizas está invertida en todo el borde oeste, debido al fuerte tectonismo (Amórtegui 1998). El sitio específico de estudio corresponde a los terrenos aledaños a los yacimientos de minas de calizas en Chameza, Belencito y Malsitio, correspondiente a 700 ha. En estas zonas el tipo de suelo es el resultado directo de las condiciones abióticas que influyen

sobre ellos. Es así posible diferenciar tres tipos, con base en la vegetación que sobre ellos se desarrolla (Anónimo).

*Suelos de bosques de eucalipto:* que se caracterizan por ser superficiales de alta pedregosidad, descubiertos, con drenaje externo muy rápido, donde los afloramientos rocosos hacen que otras características de suelo queden anuladas, erosión laminar de moderada a severa, erosión en cárcavas de superficiales a profundas, con contenidos de materia orgánica de aproximadamente el 2%, arcillas de escasas a nulas, macroorganismos de escasos a nulos y fertilidad muy baja.

*Suelos de vegetación natural:* suelos superficiales de alta pedregosidad, drenaje externo moderado, erosión laminar moderada, erosión en cárcavas superficiales, contenido de materia orgánica de aproximadamente el 5%, raicillas abundantes, macroorganismos abundantes y fertilidad baja.

*Suelos de bosques de acacias:* tienen abundante contenido de materia orgánica, alta retención de humedad, drenaje externo lento, raicillas abundantes, macroorganismos abundantes, fertilidad mediana. La diferencia en el contenido de materia orgánica se manifiesta en la diferencia de estructura y textura de este suelo con respecto a los anteriores. En este suelo es posible establecer tres diferentes horizontes edáficos; el primero con profundidad hasta de 10 cm, se caracteriza por la capacidad de descomposición del follaje, abundantes capas de micelios de hongos y abundancia de mineralización de la materia orgánica. Un segundo horizonte, con espesor entre 10 y 40 cm, de textura franco arcillo-arenoso, en bloques subangulares, consistencia en suelo suelto, no pegajoso ni mojado, raicillas abundantes, moderadamente desarrollada, pH 5.7, y por último, un horizonte con profundidad igual o superior a 40 cm, dependiente del grado de afloramiento de la rocosidad, de textura arcillo-arenosa en bloque, subangulares. No hay raicillas ni macroorganismos, pH 5.0.

---

## MÉTODOS

El trabajo se realizó en dos fases: en la primera se visitaron las entidades e instituciones relacionadas con el área de estudio. De esta forma se colectó información inicial acerca de las características de la flora existente y la explotación de caliza. La segunda fase consistió en trabajo de campo, se tomaron muestras de suelo de tres sitios diferentes en cada sector y las tres submuestras de cada sector fueron mezcladas y analizadas en el Laboratorio Suelos y Aguas, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en Tunja. El muestreo se realizó durante los meses de agosto a diciembre del año 2003, siguiendo la metodología propuesta por Braun-Blaquet (1979), adecuando el área muestral de acuerdo con las condiciones del terreno. En cada uno de los tres sectores estudiados, se delimitaron 20 parcelas de 10 m x 10 m para un total de 2000 m<sup>2</sup>. La localización de las parcelas se definió al azar, teniendo en cuenta que no se intersecaren. Se incluyó información sobre altura y forma de vida (arbóreo, subarbóreo, arbustivo y herbáceo). Durante la realización de las parcelas se registraron, para cada especie vegetal, los siguientes datos: nombre común, nombre científico, familia, número de individuos por especie, altura, diámetro copal, diámetro basal.

Finalmente, para el análisis de la información, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros: riqueza y composición florística de los estratos en cada uno de los sectores evaluados, para lo cual se registró el número de familias, géneros y especies. Para el análisis estructural se evaluaron los diferentes estratos de la vegetación teniendo en cuenta la altura de los individuos, metodología propuesta por Whittaker (1975), la cual estratifica la vegetación así: herbáceo (h) con altura inferior a 80 cm; arbustivo (a) entre 80 y 150 cm; subarbóreo (ar) entre 150 y 300 cm; arbóreo (Ar) con altura superior a 300 cm.

Es importante aclarar que la metodología utilizada en este trabajo no persigue un análisis de la forma de crecimiento o biotipo, sino que conduce al conocimiento de la

distribución estructural de los individuos. Para la caracterización fisonómica se calculó la cobertura, el área basal, el índice de valor de importancia (IVI) e índice de predominio fisonómico (IPF), según los métodos descritos por Rangel & Velásquez (1997). Los porcentajes de IPF como de IVI se consideraron con base en el 300 por ciento como resultado de la sumatoria del total de los valores relativos.

---

## **RESULTADOS SUELOS**

Los suelos presentes en la zona de estudio están formados a partir de areniscas lutitas en relieve inclinado a ondulado, con erosión de ligera a severa. De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis, el suelo de Belencito es de textura franca, caracterizado por poseer una mezcla de arena, limo y arcilla; es suave con una sensación al tacto algo arenosa, pero bastante uniforme y ligeramente plástica. Teniendo en cuenta su textura podemos determinar otras propiedades físicas del suelo como la permeabilidad, que en suelos francos es moderada, retención de humedad media y fertilidad natural media.

Chameza y Malsitio se caracterizan por poseer suelos de textura franco-arenosa con presencia de mucha arena, pero con suficiente limo y arcilla para aportarle un poco de cohesión. Su permeabilidad es alta, con baja retención de humedad, al igual que su fertilidad natural.

En cuanto al pH presenta basicidad en las zonas de Belencito (pH 7.7) y Chameza (pH 7.2) debido al exceso de carbonatos libres y sales solubles, baja disponibilidad de fósforo, boro, hierro, y zinc. En pH básico, la mayoría de micronutrientes -excepto el molibdeno- disminuyen notablemente su concentración hasta el punto de crear deficiencia en las plantas.

En condiciones de bosque, la materia orgánica es una fase muy importante porque es la encargada del reciclaje de nutrientes entre el suelo y la parte aérea de las plantas (este equilibrio armónico sólo persiste mientras no es perturbado el ecosistema). Debido a la erosión y otros factores, las zonas de estudio presentan suelos con bajos porcentajes de materia orgánica (Chameza con 2.83 %; Belencito 2.97 % y Malsitio 1.73 %) esta deficiencia en el contenido de materia orgánica influye negativamente en el desarrollo de las raíces y, por consiguiente, en el crecimiento aéreo de las plantas.

En el suelo, la fuente de nitrógeno es la materia orgánica, la cual es transformada por acción de bacterias a compuestos inorgánicos de nitrógeno a través de procesos de mineralización y, debido a que el suelo de la zona de estudio carece de materia orgánica, se caracteriza también por tener un muy bajo contenido de nitrógeno, dificultando el buen crecimiento y reproducción de las plantas Castro (1998).

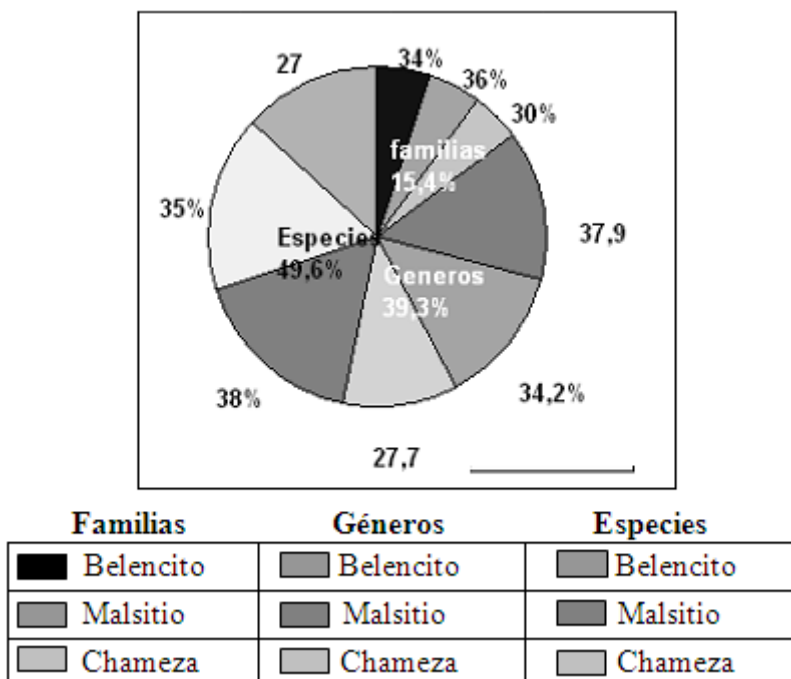
## **RIQUEZA Y COMPOSICIÓN**

La vegetación en el área de estudio se puede asignar a una zona de vida Andina (Cuatrecasas, 1958) que obedece esencialmente a factores topográficos como la altitud y el relieve, y a cambios climáticos asociados con los anteriores como la temperatura y la radiación solar.

En el área de estudio se encontraron 51 familias, 130 géneros y 149 especies (Anexo 1). El sector de Malsitio fue el que presentó mayor número de especies, con 113 (38%), seguido por Belencito con 106 (35%) y finalmente Chameza con 81 (27%). El sector con menor abundancia en familias géneros y especies es Chameza, con porcentajes de 30% para familias, géneros 27.7% y especies con el 27%. En el área de estudio la mayoría de las familias está representada por géneros que contienen mínimo de 4 a 11 géneros. La familia más diversa a nivel de géneros es Asteraceae con 22, seguida por Poaceae con 11 y Fabaceae con 10; entre las menos diversas

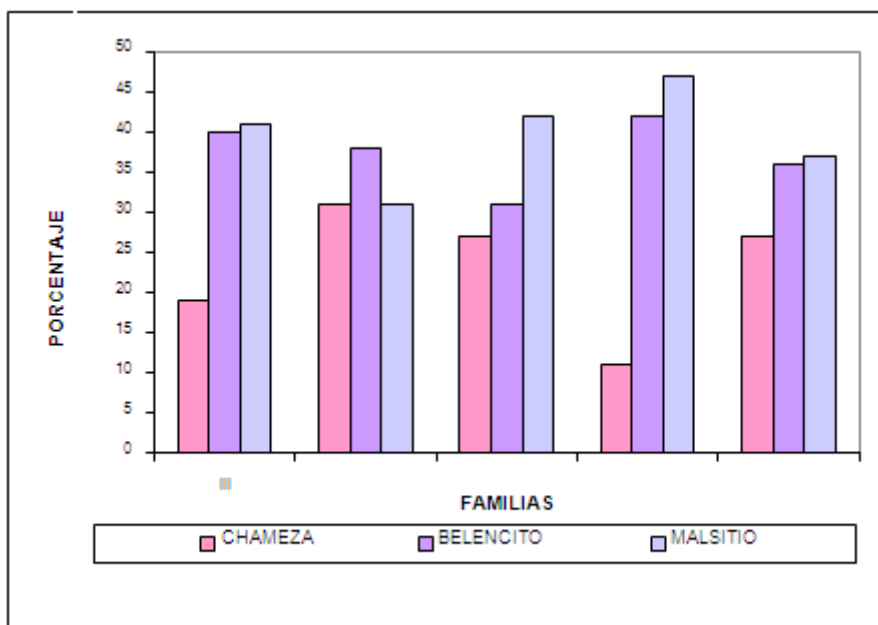
están Oleaceae y Liliaceae que contienen 1 ó 2 respectivamente. Los géneros más importantes son *Baccharis*, *Crotalaria*, *Desmodium*, *Bidens*, *Acacia*, *Baltimora* con 1 ó 2 especies, lo cual indica la poca riqueza de especies (Figura 1).

**Figura 1.** Abundancia en porcentaje de familias, géneros y especies vegetales.



En cuanto a la riqueza de la flora existente en los sitios de estudio (Chameza, Belencito y Malsitio) se obtuvo que las familias más representativas en los tres sitios de estudio fueron *Asteraceae*, *Gramineae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*, *Verbenaceae*; se registró el mayor porcentaje en el sector Malsitio, en Chameza el menor porcentaje. En el caso de *Asteraceae* se registró en Malsitio el 41%, Belencito el 40%, y Chameza el 19%. La familia *Gramineae* en Chameza y Malsitio presentó el 31% y en Belencito el 38%. El porcentaje registrado en Chameza de la familia *Solanaceae* fue relativamente bajo, con el 11%, en Malsitio el 47% y en Belencito *Solanaceae* registró el 42%. La familia *Verbenaceae* se presentó en Belencito con el 37%, en Malsitio con el 36% y en Chameza con el 27%. Por último, la familia *Fabaceae* registró el 42% para Malsitio, el 31 y 27% para Belencito y Chameza (Figura 2).

**Figura 2.** Familias representativas en los tres sitios de estudio.



**ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA Y PREDOMINIO FISONÓMICO**

*Estrato arbóreo:* las especies que se encontraron correspondientes a este estrato en todo el área de estudio están descritas en la Tabla 1, en donde se puede observar que las especies comunes para los tres sitios fueron: *Acacia lophanta*, *Clusia multiflora*; entre Malsitio y Belencito la especie común fue *Eucaliptus globulus*. No se presentan especies comunes entre Chameza y Malsitio ni entre Belencito y Chameza

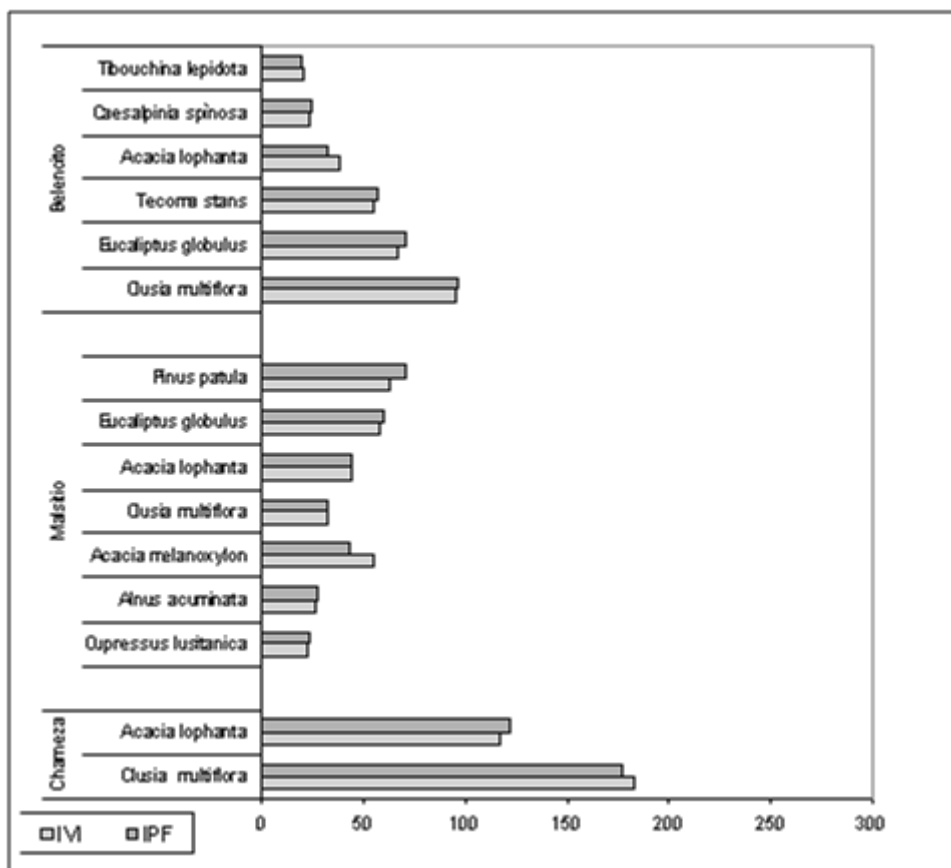
**Tabla 1.** Especies arbóreas presentes en los sitios de muestreo.

Nombre Científico	Chameza	Malsitio	Belencito
<i>Acacia lophanta</i>	1	1	1
<i>Alnus acuminata</i>	0	1	0
<i>Caesalpinia spinosa</i>	0	0	1
<i>Clusia multiflora</i>	1	1	1
<i>Cupressus lusitanica</i>	0	1	0
<i>Eucaliptus globulus</i>	0	1	1
<i>Pinus patula</i>	0	1	0
<i>Tecoma stans</i>	0	0	1
<i>Tibouchina lepidota</i>	0	0	1

Presencia (1), ausencia (0).

Las especies con mayor IVI e IPF para las áreas de estudio fueron *Clusia multiflora* con IVI = 183 y IPF = 178 y *Acacia lophanta* con IVI = 117 y IPF = 122, seguidas por *Eucaliptus globulus*, *Pinus patula*, *Tecoma stans*, con porcentajes entre 50% y 70%; las especies de menor porcentaje fueron *Cupressus lusitanica* con IVI = 22 y IPF = 23 y *Tibouchina lepidota* con IVI = 21 y IPF = 20 (Figura 3).

**Figura 3.** Índice de valor de importancia (IVI) e índice de predominio fisonómico (IPF) del estrato arbóreo en los tres sitios de muestreo de minas caliza.



*Estrato subarbóreo:* las especies registradas para este estrato son las descritas en la Tabla 2, observando que la especie común para Malsitio y Belencito fue *Escallonia pendula*, entre Malsitio y Chameza la especie en común fue *Prunus serotina*; entre Belencito y Malsitio la especie en común fue *Myrsine guianensis*, sin presentarse especies comunes entre Chameza y Belencito (Tabla 2).

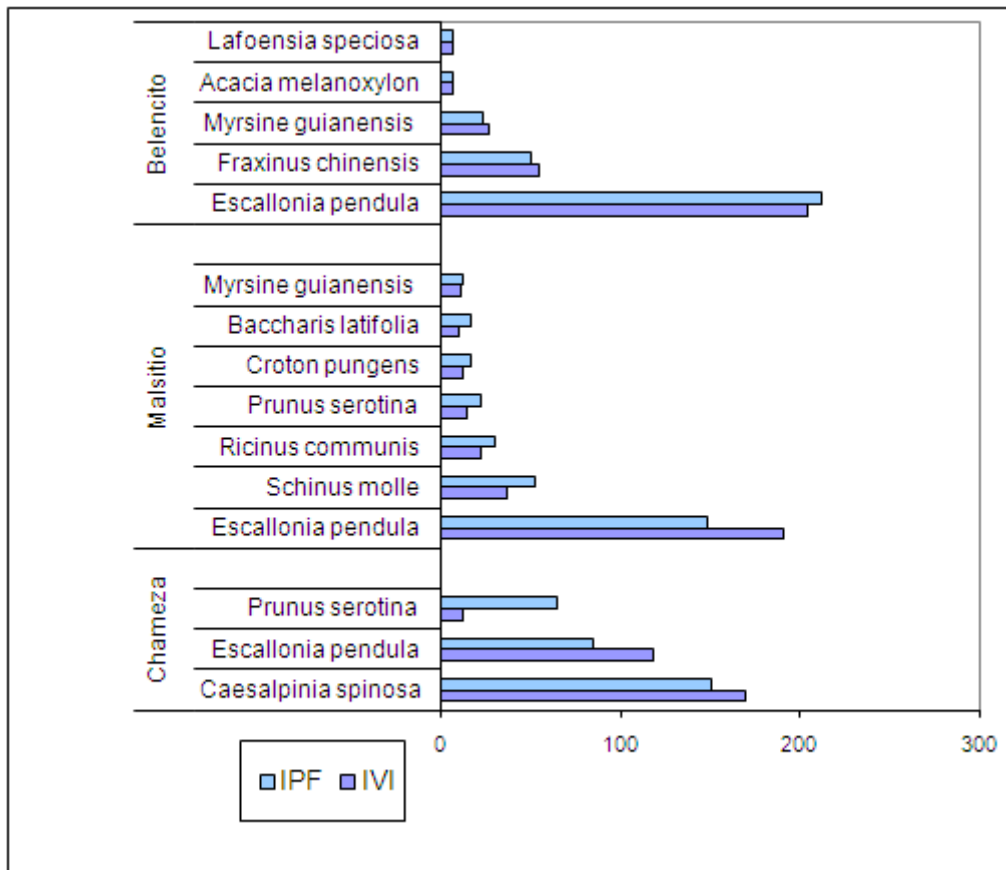
**Tabla 2.** Especies subarboreas presentes en los sitios de muestreo.

Nombre científico	Chameza	Malsitio	Belencito
<i>Acacia melanoxylon</i>	0	0	1
<i>Baccharis latifolia</i>	0	1	0
<i>Caesalpinia spinosa</i>	0	0	0
<i>Croton pungens</i>	0	1	0
<i>Escallonia pendula</i>	1	1	1
<i>Fraxinus chinensis</i>	0	0	1
<i>Lafoensia speciosa</i>	0	0	1
<i>Prunus serotina</i>	1	1	0
<i>Myrsine guianensis</i>	0	1	1
<i>Ricinus communis</i>	0	1	0
<i>Schinus molle</i>	0	1	0

Presencia (1), ausencia (0).

Las especies con mayor IVI e IPF fueron *Escallonia pendula* IVI= 204 y IPF = 212 y *Caesalpinia spinosa*, IVI = 169 y IPF = 162, seguidas por *Fraxinus chinensis*, *Schinus molle*, *Prunus serotina* con un valor de IPF entre el 70% y 50%; estas mismas especies presentan un valor de IVI entre el 50% y el 10% (Figura 4).

**Figura 4.** Índice de valor de importancia (IVI) e índice de predominio fisonómico (IPF) del estrato subarboreo en los tres sitios de muestreo de minas caliza.



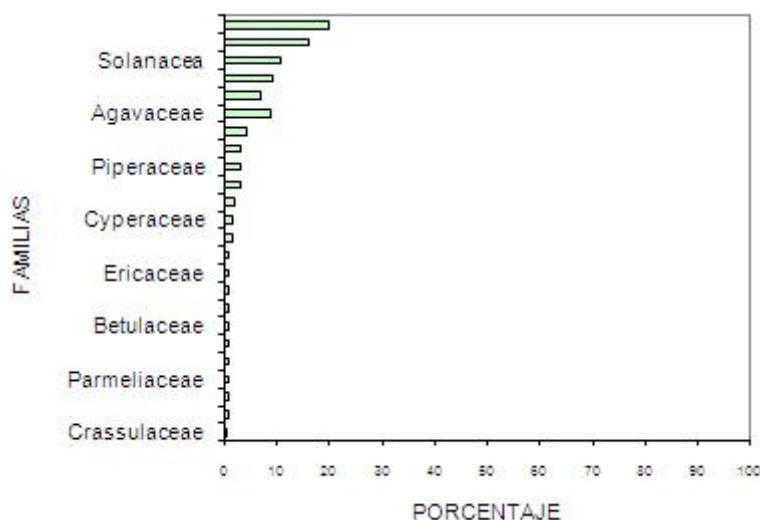
Dada la gran cantidad de especies arbustivas y herbáceas presentes en el lugar de estudio, se realizó el análisis teniendo en cuenta el porcentaje de las familias en cada sector. Las familias comunes para los tres sitios fueron *Sapindaceae*, *Asteraceae*, *Solanaceae*, con valores entre 34% y 9%. La familia *Sapindaceae* fue la que registró los valores más altos en los tres sitios representada por *Dodonea viscosa*. Algunas familias comunes encontradas para Chameza y Malsitio son *Sapindaceae*, *Cactaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Theaceae*, *Equisetaceae*, *Ericaceae*; para Chameza-Belencito se presentan familias como *Sapindaceae*, *Fabaceae*, *Solanaceae*, *Ericaceae*, entre otras; y para Malsitio-Belencito se presentan *Mimosaceae*, *Theaceae*, *Rosaceae*, *Cactaceae*, y *Crassulaceae*. En el sector Belencito, las familias más representativas son *Sapindaceae*, *Fabaceae*, *Asteraceae*, con un porcentaje entre 19% y 9%. Entre el 7% y el 2% se presentan *Rosaceae*, *Theaceae* y *Salicaceae*. Familias como *Crassulaceae*, *Anacardiaceae* y *Myrtaceae* presentan valores del 1% (Figura 5). Para Malsitio las Familias más relevantes son *Sapindaceae*, *Cactaceae*, *Asteraceae* y *Solanaceae* con un porcentaje entre el 32% y el 9%. Entre el 2% y el 7% se encuentran familias como *Bignoniaceae*, *Fabaceae*, *Furcraceae*. Por debajo del 1% se encuentran *Agavaceae*, *Clusiaceae* y *Theacea*, porcentaje de familias arbustivas en Malsitio. En Chameza, familias como *Sapindaceae*, *Agavaceae*, *Asteraceae* presentan valores de 34% al 14%, seguidas por *Furcraceae*, *Gramineae* con el 2 y el 5%



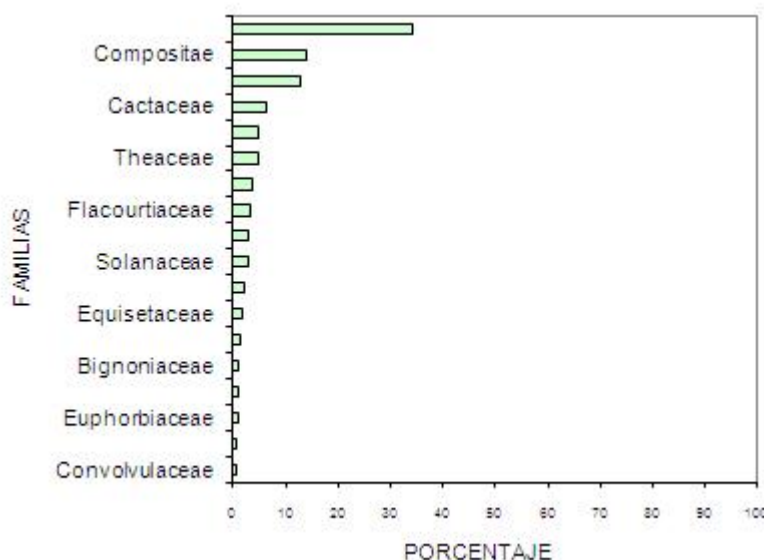
respectivamente

(Figura6).

**Figura 5.** Porcentaje de familias arbustivas presentes en Belencito.



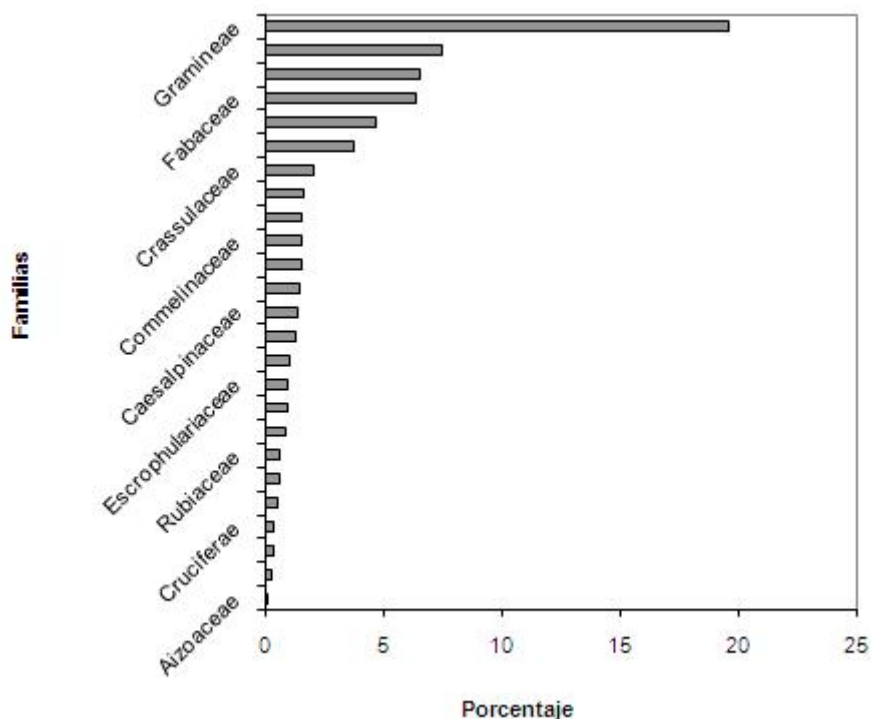
**Figura 6.** Porcentaje de familias arbustivas presentes en Chameza.



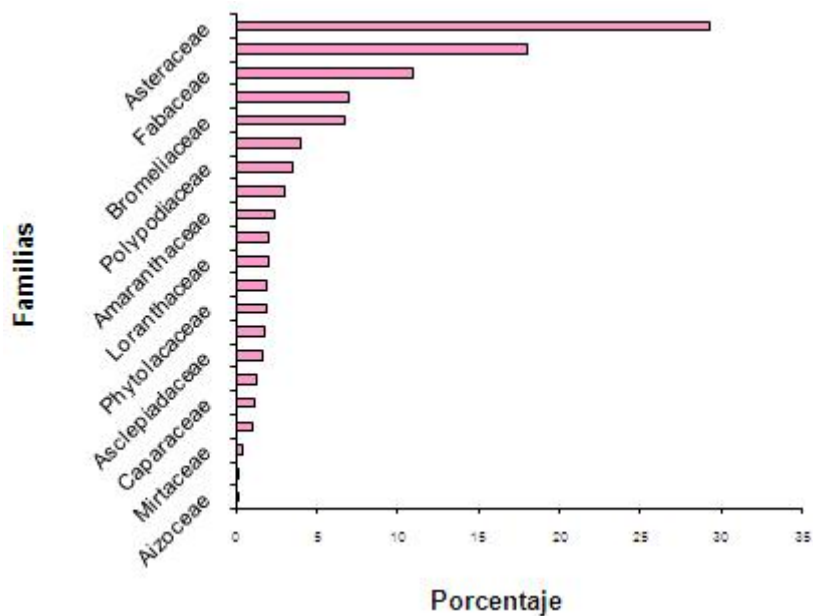
En el estrato herbáceo, las familias comunes para los tres sitios fueron *Gramineae*, *Asteraceae*, *Solanaceae*, estas presentan valores entre el 8% y el 10%; familias como *Rubiaceae*, *Aizoaceae*, *Brassicaceae*, presentan valores por debajo del 3%. A nivel de herbáceas, las familias más representativas en el sector Malsitio fueron *Gramineae* y *Asteraceae*, con un porcentaje entre el 18% y el 12% seguidas por *Solanaceae*, *Bromeliaceae*, *Malvaceae*, con un porcentaje del 6% y el 3%; familias como *Rubiaceae*, *Brassicaceae* y *Aizoaceae* presentan valores por debajo del 0.61% (Figura 7). Las familias con mayor porcentaje en Chameza fueron *Asteraceae*, *Gramineae*, *Fabaceae*, con el 26% y el 8%, seguidas por *Crassulaceae*, *Lamiaceae*, y *Euphorbiaceae*, que representan un porcentaje del 7% y el 3%. Las de menor porcentaje fueron *Loranthaceae*, *Rubiaceae* y *Aizoaceae* entre el 2% y el 0.05% (Figura 8). Para Belencito familias como *Asteraceae*, *Euphorbiaceae*, *Gramineae* presentaron valores entre el 26% y el 8%; *Crassulaceae*, *Verbenaceae* y *Solanaceae*

presentaron un porcentaje del 6% y el 3%; familias como *Oxalidaceae*, *Rubiaceae* y *Aizoaceae* presentan un porcentaje menor al 2% (Figura 9).

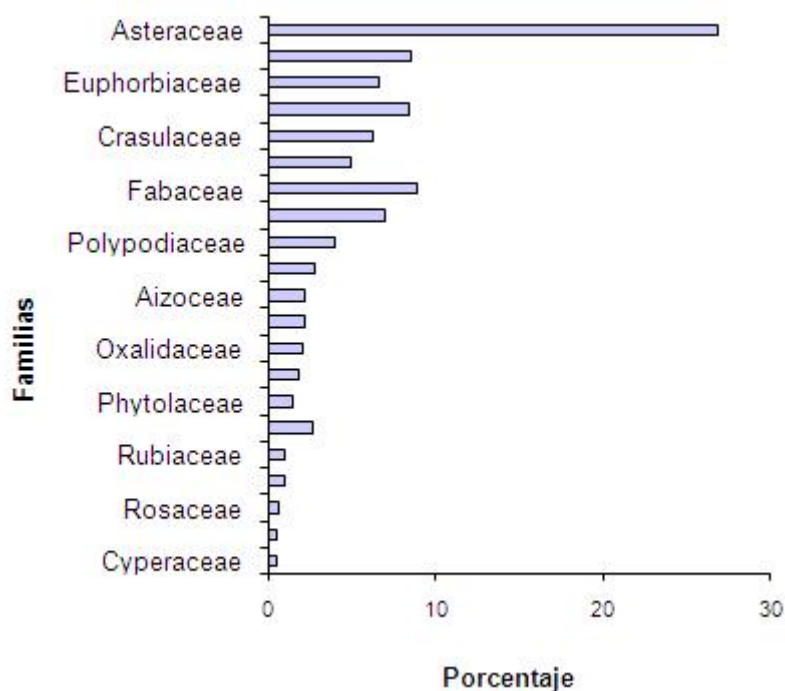
**Figura 7.** Porcentaje de Familias Herbáceas en el sector Malsitio.



**Figura 8.** Porcentaje de Familias Herbáceas en el sector Chameza.



**Figura 9.** Porcentaje de Familias Herbáceas en el sector Belencito.



**USOS**

La vegetación presente en el área de estudio tiene diversos usos, destacándose especies maderables como el Eucalipto, Pino, Acacia, con los cuales se efectúan trabajos que implican aserrar o procesar troncos; otras especies vegetales sirven como alimento para diversas aves; especies vegetales como la uchuva, el espino y de uso medicinal; aquellas que tienen un valor farmacológico natural de las plantas, como el fique, la jarilla etc. Para la protección de aguas y riberas se usan aquellas especies como sauce, asociadas directamente a los cauces de ríos y fuentes hídricas, idóneos para la preservación de los nacimientos. El chocho, espino, para el control de erosión, que por su capacidad de fijar nitrógeno evitan el empobrecimiento del suelo (Tabla 2). Teniendo la clasificación de las especies vegetales de acuerdo a su uso se observa que en su mayoría tienen uso medicinal, además de ser recomendables para el control de la erosión; las cuales podrían ser aprovechadas en beneficio a la comunidad.

**Tabla 2.** Clasificación de las especies vegetales de acuerdo a su uso.

MEDICINAL	EROSION	MADERA	AVIFAUNA	HIDRICA	MELIFERA
Fique	Muelle	Acacia	Mortiño	Aliso	Chicala
Acacia	Acacia	Aliso	Penco	Chusque	Alcaparro
Eucalipto	Chilco	Eucalipto	Uchuva	Mortiño	Pajarito
Higuerilla	Chicala	Pinos	Gurubo	Cucubo	Chilca
Chilco	Dividivi	Cerezo	Cucubo	Sauce	Pino ciprés
Dividivi	Hayuelo	Gaque	Espino		Chicala
Hayuelo	Penco	Urapan	Cordoncillo		Espino
Uchuva	Pino Patula	Alcaparro	Uva camarona		Retamo
Pino Patula	Cucubo				
Pino ciprés	Siete cueros				
Muelle	Cerezo				
Jarilla	Jarilla				
Chicala	Retamo				
Fique					
Sauco					
Gaque					
Urapan					
Cerezo					
Sauce					
Alcaparro					
Cola de caballo					

**DISCUSIÓN**

Teniendo en cuenta la riqueza de la vegetación encontrada en el área de estudio, se está de acuerdo con Rangel (1997) donde la familia con mayor número de especies en el gradiente de montaña (0- 4700 m) es Asteraceae. Según los estudios realizados por Espinal (Ined.), en el valle de Sogamoso se encontraron géneros comunes como *Solanum*, *Montanoa*, *Salix*, *Alnus*, *Escallonia*, *Clusia*, *Croton*, *Agave*, *Opuntia*, *Dodonea*, *Aloe*, *Baccharis*, *Calea*, *Castilleja*, *Cestrum*, *Euphorbia*, *Hesperomeles*, *Lantana*, *Lippia*, *Rapanea*, *Rubus*, *Stevia*, *Monina*, que coinciden con lo observado en los sitios de muestreo. En este estudio se registran otros géneros para esta zona como *Mollugo*, *Trianthema*, *Amaranthus*, *Iresine*, *Asclepias*, *Ambrosia*, *Artemisa*, *Bidens*, *Galium*, *Muehlenbeckia*, *Sanchus*, *Archyrocline*, *Conyza*, *Sclerocarpus*, *Tecoma*, *Heliotropun*, *Cleome*, *Tinantia*, *Baltimora*, *Cyrsium*, *Dysodia*, *Taraxacum*, *Bryophyllum*, *Cotiledon*, *Epidendrum*, *Equisetum*, *Lupinus*, *Salvia*, *Phyrusa*, *Abutilon*, *Oxalis*, *Relvonium*.

Especies como *Stevia lucida*, *Baccharis bogotensis* y *Dodonea viscosa*, observadas de forma repetitiva en los tres sitios de muestreo, fueron referidas por Rangel (1985) en sitios secos sobre suelos pedregosos o arenosos y tipifica la comunidad como “indicadora de la acción antrópica”, situación bastante similar a la observada en los alrededores de las minas de caliza debido a las labores de explotación y a la cría de ganado de las comunidades aledañas; por otra parte, *Stipa ichu* invade sitios despoblados, pobres en nutrientes, lo cual también es consistente con lo descrito por Rangel (1985).

Se encontraron asociaciones de *Baccharis latifolia* y *Cortaderia nitida* que conforman un matorral en elementos que alcanzan hasta 3 m de altura en el estrato arbustivo está asociada con *Phalaris minor*, *Mollugo verticillata*, *Baccharis bogotensis*, *Baccharis tricuneata*, *Stevia lucida*, asociación vista también por Rangel (1997) en Cundinamarca y Meta entre 3500–4000 m de altitud.

*Cortaderia nitida* está asociada a especies como *Cynodon dactylon*, *Stipa ichu*, *Chloris radiota*, *Holcus lanatus*, formando pajonales altos que crecen vigorosamente e impiden por completo el desarrollo de otras especies, observado especialmente en algunas zonas de Malsitio, ocasionando en este sector algunas áreas con suelos desnudos y de pastizales sin presencia de estrato arbóreo y subarbóreo. *Equisetum bogotense* se encuentra presente en áreas cercanas a la quebrada Malsitio y en áreas muy húmedas asociadas con especies como *Escallonia pendula*, *Chusquea scandens*, *Chloris radiata*, *Stipa ichu*, lo que implica que sea una especie poco frecuente, dado que son muy pocos los lugares que

presentan estas condiciones. *Macleania rupestris* crece sobre afloramientos rocosos y vertientes de inclinación ligera asociadas con especies como *Lippia sp*, *Baccharis bogotensis* y *Stevia lucida*.

En los sitios de estudio son comunes especies dominantes de la familia Agavaceae (*Agave americana*), fique (*Furcraea sp*), gurrubo (*Solanum lycioides*), especies de solanáceas arbóreas como *Solanum crinitipes*, hayuelo (*Dodonea viscosa*), espino (*Xylosma spiculiferum*), dividivi (*Caesalpinia spinosa*), chupa huevo (*Echeverya bicolor*), cardo (*Puya nitida*). Las cactáceas aparecen representadas por tunas *Opuntia shumani* que presenta un número apreciable de endemismos y posee ciertas especies afines con las comunidades análogas del Ecuador, Perú y Bolivia (Bernal y Correa 1989). La mayoría de estas especies representan formaciones xerofíticas y subxerofíticas que hacen parte de tierras altas (enclaves secos altoandinos de la cordillera oriental). Según Hernández (1997) se encuentran localizadas principalmente en el altiplano Cundiboyacense, a 2500 m, con temperaturas anuales de 13°C, las precipitaciones oscilan entre 500-1000 mm/año. Estas formaciones del altiplano se desarrollan en suelos de poca profundidad (10-15 cm), estos suelos conservan poco humus y son erodables con facilidad. Las formaciones xerofíticas y subxerofíticas del país juegan un papel clave en la estabilidad física de estos ecosistemas. Una de las principales funciones de la vegetación xerofítica es la protección de los suelos durante la época de lluvia. Dado que la vegetación en el área de estudio hace parte de estas formaciones, ha venido sufriendo procesos de conversión por la cría del ganado ovino, caprino y vacuno por la comunidad aledaña, lo cual ha contribuido a aumentar la abundancia de especies espinosas y no comestibles, en la medida en que estos herbívoros consumen las especies no espinosas y no comestibles, lo que ocasiona una disminución de la cobertura arbustiva y arbórea para dar paso a pastizales y suelo desnudo.

De acuerdo con Arango (1997), la cordillera oriental en Cundinamarca, Boyacá y Santander -incluyendo el altiplano Cundiboyacense y las montañas que lo rodean, así como la región del río Chicamocha- hacen parte de áreas muy afectadas por procesos de amenaza y extinción de plantas, lo que hace evidente la pronta realización de programas de cuidado y conservación. A los alrededores de la vegetación natural se han efectuado "reforestaciones", especialmente con *Eucaliptus globulus*, por la gran demanda que esta especie tiene por su utilización como palancas, carbón vegetal, postes, varas, etc., para las minas en la explotación de carbón y la comercialización de ésta.

Dada la poca diversidad de especies con respecto a los géneros, y donde la vegetación es representada en su mayoría por familias como *Asteraceae*, *Gramineae*, *Fabaceae*, se debe a que la vegetación presente en las áreas de estudio son influenciadas por factores edáficos (pH, contenido de materia orgánica) y por la elevada acción antrópica que no permite el desarrollo de otras familias vegetales y no logran adaptarse a las condiciones existentes.

En el estrato subarbóreo se presentó igual número de familias, géneros y especies para cada uno de los sitios, lo que indica la poca diversidad de géneros y especies en cada sitio; por ejemplo las tres familias (*Caesalpinaceae*, *Escalloniaceae*, *Rosaceae*) presentes en Chameza registran tres géneros diferentes (*Caesalpinia*, *Escallonia* y *Prunus*) y éstos a su vez contienen sólo una especie (*Caesalpinia spinosa*, *Prunus serótina* y *Escallonia pendula*), situación muy similar al estrato arbóreo.

En el estrato arbóreo *Clusia multiflora* presentó un IVI de 183 y IPF de 178, lo que indica que la especie es dominante para el sector Chameza: se establece en los filos de maderas, alcanzando hasta los 5 m de altura; en el estrato arbóreo tiene una cobertura del 45% y en estrato subarbóreo cubre el 25%.

De acuerdo con Rangel (1986), *Clusia multiflora* se encuentra en Boyacá, Villa de Leyva, Santuario de Flora y Fauna de Iguaque, sobre los 3400-3600 m de altitud. *Clusia multiflora* se presentó en los tres sitios de estudio (Chameza, Belencito y Malsitio) con mayor cobertura y frecuencia en Chameza (45%) seguida por Belencito (37%) y por último en Malsitio (13%). En el estrato arbóreo, las especies con mayor frecuencia relativa es *Acacia lophanta*, *Clusia multiflora*, con el 50% en el sector Chameza. En el sector Malsitio los valores de frecuencia son muy homogéneos en especies como *Pinus patula*, *Eucaliptus globulus*, *Acacia lophanta*, lo que indica que han sido introducidas, por lo cual no permite que prolifere la vegetación nativa y va ocasionando una pérdida de agua por escorrentía.

Al comparar los valores de IVI en los tres sitios de muestreo se observa que el sector Chameza registró los valores más altos pero con menos diversidad recalando la importancia de *Caesalpinia spinosa*, *Escallonia pendula*, *Clusia multiflora*, para el mantenimiento del ecosistema en este sector. Al contrario, en el sector Malsitio se registran las especies arbóreas y subarbóreas con el IVI más bajo, pero con mayor diversidad, lo que sugiere que factores edáficos y climáticos no permiten la dominancia de una especie en particular ni el buen desarrollo de estas.

El estrato arbustivo es uno de los más representativos después del estrato herbáceo, esto hace que la vegetación que se presente en el área de estudio constituya un matorral de 3 m de altura en algunos lugares (cerca de fuentes hídricas) y sea dominado por especies que toleran suelos pobres, como sucede con la familia Sapindaceae, presente en los tres sitios de muestreo y representada por *Dodonea viscosa*, acompañada de *Baccharis bogotensis* y *Stevia lucida*, que se observaron repetidamente en toda

el área de estudio. De igual forma, en el estrato herbáceo se presentó el mayor número de especies, donde tuvieron gran influencia familias como Asteraceae y Graminaceae, este elevado número de especies en el estrato herbáceo hace comprender que en algunas franjas del sitio de estudio han pasado a ser pastizales, donde se debería continuar con el proceso de sucesión vegetal para recuperar el hábitat.

---

## CONCLUSIONES

En la zona de estudio se hace notable la diferencia entre sectores. Como ejemplo tendríamos a Malsitio-Chameza en donde la mayor diversidad vegetal se encuentra en Malsitio y se registran los valores de índice de predominio fisonómico más bajos. Seguidamente se encuentran menos especies vegetales en Chameza, con los índices de valor de importancia más altos.

La implementación de planes de restauración en terrenos con explotación minera para la recuperación morfológica y paisajística es adecuada cuando se tienen en cuenta especies propias de la región con previa caracterización de la flora existente.

Los sitios de estudio (Chameza, Belencito, Malsitio) hacen parte de las formaciones xerofíticas y subxerofíticas del país, donde estos ecosistemas son importantes porque protegen a los suelos durante la época de lluvias; de igual forma la importancia biológica que conservan estas formaciones, en cuanto a su capacidad para desarrollar y mantener endemismos entre plantas y animales, cuya independencia los hace únicos y al mismo tiempo vulnerables a los cambios externos.

Los terrenos utilizados en la explotación de minas calizas no presentan vegetación abundante lo que produce una exposición extensa de superficies de material parental que altera el mesoclima, intensificando los factores limitantes atmosféricos como radiación excesiva, aridez, fluctuaciones térmicas e intensidad del viento.

---

## RECOMENDACIONES

Con la caracterización previa en este estudio de las especies florísticas de la zona, es conveniente implementar técnicas para el cultivo de especies nativas en el vivero de Belencito, que permitan efectuar programas de restauración adecuados. Dado que gran parte de los sitios estudiados contienen plantaciones de vegetales maderables, sería provechoso evaluar los efectos de este tipo de vegetación sobre la vegetación natural, e involucrar a la comunidad aledaña en proyectos de conservación de la biota y recuperación de la zona impactada por las explotaciones mineras. Es pertinente realizar estudios sobre vegetación xerofítica presente en el área (Biología reproductiva de estas especies). Es indispensable conocer los patrones de floración y fructificación, requerimientos de germinación y tasa de crecimiento con miras a establecer programas de restauración en áreas degradadas. Por último, se sugiere realizar estudios de caracterización de la fauna existente en el área de explotación de minas caliza por Acerías Paz del Río S.A.

---

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a las entidades que apoyaron este trabajo: Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente; La Dirección de Minas Caliza en Acerías Paz de Río S.A., Belencito; Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja; en especial al Esp. Manuel Galvis Rueda, por dirigir este proyecto; al Grupo de Investigación GECOS, a su directora Mgs. Gloria Leonor Gutiérrez, por sus valiosos consejos y orientaciones hacia la investigación; Bertha Iris Rodríguez, Directora de Escuela Biología y Química y Ciencias Naturales y Educación Ambiental, quien por su apoyo y colaboración hizo posible superar los percances presentados durante el desarrollo del trabajo; así como a los compañeros y amigos de Licenciatura en Biología y Química.

---

## LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1991. Declaratoria de efecto Ambiental de la mina caliza de Belencito ingeniería y geotecnia LTDA Acerías Paz del Río S.A. Bogotá D.C.
- AMORTEGUI, J. 1998. Efecto ambiental de la mina caliza Belencito. Ingeniería y Geotecnia LTDA. Acerías Paz del Río S.A. Bogotá D.C.
- ARANGO, N. 1997. Diversidad biológica. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Tomo I.
- BERNAL, Y. & CORREA, J. 1989. Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Convenio Andrés Bello 2: 547.
- BRAUN- BLANQUET 1979. *Fitosociología. Base para el estudio de comunidades vegetales*. Blume ediciones. Madrid.
- CASTRO, H. 1998. *Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas*. Instituto Universitario Juan de Castellanos. Tunja.
- COLOMBIA, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). 1965. Informe sobre la Vegetación en el valle de Sogamoso. Bogotá.
- CUTRECASAS, J. 1954. Observaciones geobotánicas en Colombia. Rev. Academia de ciencias exactas físicas y naturales. Santa Fe de Bogotá.
- CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la Vegetación Natural de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. 10 (40): 221-268.
- HERNÁNDEZ-C, J., D. SAMPER, H. SNACHEZ, V, RUEDA, S. VASQUEZ & H.D. 1995. Desiertos: zonas áridas y semiáridas de Colombia. Diego Samper Ediciones, Bogotá.
- INGENIERÍA Y GEOTECNIA LTDA. 1991. Declaratoria de efecto ambiental de la mina caliza Belencito. Acerías Paz del Río S.A. Bogotá.
- RANGEL-CH, J.O. & P. FRANCO-R. 1985. Observaciones fitoecológicas en varias regiones de vida de la cordillera Central de Colombia. Caldasia 14 (67): 211-249.
- RANGEL, O. & J. AGUIRRE-C. 1986. Estudios ecológicos en la Cordillera Oriental Colombiana III. Vegetación de la Cuenca del lago de Tota (Boyacá). Caldasia 15 (71-75): 263-312.
- RANGEL-CH, J.O. & A. VELEZQUES. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Págs. 59- 87 En: J.O. Rangel-Ch, P. Lowy & M. Aguilar (eds.), Colombia. Diversidad biótica II: tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales- D.C. IDEAM, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- WHITTAKER, R.H. Y H. GAUCH. 1973. Evaluation of ordination techniques. Ordenation and classification of communities. *Handbook of vegetation science*. Junk. The Hague.

## Anexo 1. Familias y especies encontradas en la muestra 2000 m2, Belencito, Chameza y Malsitio.

<b>Agavaceae</b>	<i>Baltimora recurvata</i>
<i>Agave americana</i>	<i>Cyrsium costaricense</i>
<i>Furcraea cabuya</i>	<i>Dysodia montana</i>
<b>Aizoaceae</b>	<i>Melampodium divaricatum</i>
<i>Mollugo verticillata</i>	<i>Montanoa ovalifolia</i>
<i>Triantema portulacastrum</i>	<i>Stevia lucida</i>
<b>Amaranthaceae</b>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Amaranthus spinosus</i>	<i>Verbecina centroboyacana</i>
<i>Iresine diffusa</i>	<b>Betulaceae</b>
<i>Iresine sp</i>	<i>Alnus acuminata</i>
<b>Anacardiaceae</b>	<b>Bignoniaceae</b>
<i>Schinus molle</i>	<i>Tecoma stans</i>
<b>Apiaceae</b>	<b>Boraginaceae</b>
<i>Apium petroselinum</i>	<i>Heliotropun ternatum</i>

<b>Asclepiadaceae</b>	<b>Bromeliaceae</b>
<i>Asclepias curassavica</i>	<i>Puya sp</i>
<b>Agavaceae</b>	<i>Tylandsia recurvata</i>
<i>Agave americana</i>	<b>Cactaceae</b>
<i>Furcraea cabuya</i>	<i>Opuntia shumanii</i>
<b>Aizoaceae</b>	<i>Adipera tomentosa</i>
<i>Mollugo verticillata</i>	<b>Caesalpinaceae</b>
<b>Asteraceae</b>	<i>Caesalpinia spinosa</i>
<i>Ambrosia cumanensis</i>	<b>Capparidaceae</b>
<i>Artemisia sp</i>	<i>Cleome viscosa</i>
<i>Bidens pilosa</i>	<b>Caprifoliaceae</b>
<i>Calea sp</i>	<i>Sambucus peruviana</i>
<i>Bidens squarrosa</i>	<b>Clusiaceae</b>
<i>Calea penellii</i>	<i>Clusia multiflora</i>
<i>Muehlenbeckia sp</i>	<b>Commelinaceae</b>
<i>Sanctus oleraceus</i>	<i>Tradescantia sp</i>
<i>Archiroclys bogotensis</i>	<b>Convolvulaceae</b>
<i>Spilanthes sp</i>	<i>Ipomoea nil</i>
<i>Bidens sp</i>	<b>Crassulaceae</b>
<i>Conyza bonarensis</i>	<i>Bipinnatiphillum sp</i>
<i>Montanoa sp</i>	<i>Bryophyllum pinnatum</i>
<i>Sclerocarpus divaricatus</i>	<i>Cotyledon bracteolata</i>
<i>Spilanthes sp</i>	<i>Echeveria bicolor</i>
<i>Vernonia sp</i>	<i>Echeveria sp</i>
<i>Baccharis bogotensis</i>	<i>Rorippa heterophylla</i>
<i>Baccharis latifolia</i>	<b>Cyperaceae</b>
<i>Baccharis tricuneata</i>	<i>Cyperus acuminatus</i>
<i>Baltimora recta</i>	<b>Equisetaceae</b>
<i>Equisetum bogotensis</i>	<b>Malvaceae</b>
<b>Ericaceae</b>	<i>Sida rhombifolia</i>
<i>Befaria resinosa</i>	<i>Malva sp</i>
<i>Macleania rupestris</i>	<b>Mimosaceae</b>
<b>Escalloniaceae</b>	<i>Acacia melanoxydon</i>
<i>Escallonia pendula</i>	<i>Acacia lophanta</i>
<b>Escrophulariaceae</b>	<i>Acacia sp</i>
<i>Castilleja fisifolia</i>	<b>Myrtaceae</b>
<b>Euphobiaceae</b>	<i>Eucaliptus globulus</i>
<i>Croton sp</i>	<i>Mycianthes leucoxila</i>
<i>Croton pungens</i>	<i>Myrsine guianensis</i>
<i>Euphorbia prostrata</i>	<b>Oleaceae</b>
<i>Ricinus comunis</i>	<i>Fraxinus chinensis</i>
<b>Fabaceae</b>	<b>Orquidaceae</b>
<i>Crotalaria agatiflora</i>	<i>Epidendrum sp</i>
<i>Crotalaria incana</i>	<b>Oxalidaceae</b>
<i>Cytisus monspessulanus</i>	<i>Oxalis corniculata</i>
<i>Dalea coerulea</i>	<b>Passifloraceae</b>
<i>Desmodium incanum</i>	<i>Passiflora bogotensis</i>
<i>Desmodium sp</i>	<b>Phytolaceae</b>



<i>Galactea sp</i>	<i>Phytolacca bogotensis</i>
<i>Lupinus bogotensis</i>	<b>Pinaceae</b>
<i>Hedysarum intortum</i>	<i>Pinus patula</i>
<i>Medicago sp</i>	<i>Cupressus lusitanica</i>
<i>Trifolium repens</i>	<b>Piperaceae</b>
<i>Desmodium adscendens</i>	<i>Piper bogotensis</i>
<b>Flacourtiaceae</b>	<b>Polypodiaceae</b>
<i>Xilosma speculiferum</i>	<i>Polypodium sp</i>
<b>Gramineae</b>	<i>Cheilanthus sp</i>
<i>Bambusa vulgaris</i>	<b>Polygalaceae</b>
<i>Chloris radiata</i>	<i>Monnina salicifolia</i>
<i>Chusquea scandens</i>	<i>Polygala paniculata</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<b>Polypoliaceae</b>
<i>Ginerium sagittarum</i>	<i>Polypodium timbrialum</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<b>Rosaceae</b>
<i>Melinis minutiflora</i>	<i>Hesperomeles goudotiana</i>
<i>Penisetum clandestinum</i>	<i>Lachemilla orbiculata</i>
<i>Phalaris minor</i>	<i>Pyracantha coccinea</i>
<i>Poa anua</i>	<i>Prunus serotina</i>
<i>Cortaderia nitida</i>	<i>Rubus floribundus</i>
<i>Stipa ichu</i>	<b>Rubiaceae</b>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Relvunium sp</i>
<i>Salvia occidentalis</i>	<i>Borreria sp</i>
<i>Hiptis sp</i>	<i>Galium sp</i>
<i>Salvia bogotensis</i>	<b>Salicaceae</b>
<i>Salvia sp</i>	<i>Salix humboldtiana</i>
<b>Liliaceae</b>	<b>Sapindaceae</b>
<i>Aloe vera</i>	<i>Dodonea viscosa</i>
Loranthaceae	<i>Llaganua sp</i>
<i>Phyrusa sp</i>	<b>Solanaceae</b>
<i>Viscum álbium</i>	<i>Cestrum sp</i>
<b>Malvaceae</b>	<i>Solanum crinitipes</i>
<i>Cestrum tictorium</i>	
<i>Myrthus sp</i>	
<i>Physalis peruviana</i>	
<i>Solanum lycioides</i>	
<i>Solanum ovalifolium</i>	
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	
<b>Salioaceae</b>	
<i>Salix viminalis</i>	
<b>Theaceae</b>	
<i>Ternstroema meridionalis</i>	
<b>Verbenaceae</b>	
<i>Durantha muttisii</i>	
<i>Lantana sp</i>	
<i>Lippia hirsuta</i>	
<i>Lippia sp</i>	
<i>Verbena littoralis</i>	