



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

**EVALUACIÓN DEL TRASLADO DE EPIFITAS VASCULARES, COMO
ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN EN EL MUNICIPIO DE AGUAZUL,
DEPARTAMENTO DEL CASANARE (ESTUDIO PRELIMINAR)**

ARGEMIRO VALENCIA MARÍN

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Manizales, Colombia
2013

**EVALUACIÓN DEL TRASLADO DE EPIFITAS VASCULARES, COMO
ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN EN MUNICIPIO DE AGUA AZUL,
DEPARTAMENTO DEL CASANARE (ESTUDIO PRELIMINAR)**

ARGEMIRO VALENCIA MARÍN

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Director:

Javier Orozco Avila (MCs, cPhD)

Director (a):

Jhon Fredy Betancur Pérez (Esp, PhD)

Línea de Investigación:

Biosistemas integrados

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Manizales, Colombia

2013

(Dedicatoria o lema)

Este trabajo se lo dedico a mi madre Celsa Julia Marín y a mi esposa Andrea Esteban Torres por brindarme su apoyo y colaboración en los momentos más oportunos.

Gracias.....

Agradecimientos

Se agradece la colaboración y apoyo que brindaron diferentes personas para la ejecución del presente trabajo.

Al Ingeniero Javier Orozco por su colaboración, asesoría y confianza brindada para realizar este trabajo.

Al Ingeniero Jhon Fredy Betancur Pérez, por su interés y compromiso en que todos los maestrantes logremos la culminación de este proyecto de vida de ser Magister.

A la Ingeniera Mónica Alzate por su apoyo y colaboración en el desarrollo de este trabajo.

A los profesores de la Universidad de Manizales por las enseñanzas brindadas en el proceso de aprendizaje durante la Maestría.

A la Universidad de Manizales por ser mi segundo hogar.

A los compañeros que junto a mí realizaron estudios de Maestría, especialmente a Magna Badeley y Tatiana Giraldo.

Resumen

Las epífitas son plantas que crecen adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente. El hospedero o “forofito” sobre el que crece una epífita es utilizado sólo como soporte sin recibir más daño que el que pueda provocar su abundancia dentro de su ramaje. Teniendo en cuenta que varias especies de epífitas están registradas en la Resolución 383 de 2010 (MAVDT) de especies amenazadas de Colombia y en concordancia con el concepto de desarrollo sostenible, es necesario desarrollar trabajos de investigación que permitan establecer alternativas de manejo y conservación para las especies en peligro. Es así como el presente estudio pretende adelantar investigación relacionada con la implementación de estrategias como el rescate y traslado de epífitas vasculares para la conservación.

La investigación se realizó en el predio el Danubio, municipio de Aguazul en el departamento de Casanare. El sitio donde se realizó la resiembra cuenta con un área de 4.300 metros cuadrados, en este sitio se hizo un inventario de fórofitos y de epífitas identificando 4822 individuos distribuidos en 62 especies. De esta población fueron rescatados 1190 individuos, seleccionando para la siembra y monitoreo el 10% de ésta población, es decir 119 individuos. Las variables evaluadas fueron: número de hojas, número de flores, número de frutos, porcentaje de mortalidad, herbivoría y entomofauna asociada. El análisis de la información recopilada se realizó mediante estadística descriptiva.

Como resultados se obtuvo que la familia *Bromeliaceae* presentó el mayor desarrollo foliar en los tres monitoreos, incrementándose en el segundo y tercero con valores de 35,06 y 36,33% respectivamente. En cuanto a floración las familias *Bromeliaceae* y *Cactaceae* no la presentaron en ninguno de los tres monitoreos; en el caso de la familia *Orchidaceae* la floración fue baja, presentando un ligero incremento en el tercer monitoreo con un valor de 0,25%. De manera similar a la floración fue el comportamiento de la fructificación para las tres familias evaluadas. En la familia *Bromeliaceae* y *Cactaceae* no se registró fructificación en ninguno de los tres monitoreos realizados, en cuanto a la familia *Orchidaceae* la fructificación fue baja arrojando valores de 0,15% para el primer monitoreo, 0,20% en el segundo y en el tercer monitoreo se registró una

disminución de 0,02%. Los porcentajes de mortalidad de individuos para cada una de las familias evaluadas fueron bajos durante las tres evaluaciones realizadas. La Familia *Cactaceae* no presentó mortalidad alguna, entre tanto la familia *Orchidaceae* sólo presentó un 2,02% al final del estudio, y la familia *Bromeliaceae* registró un 5,56% de mortalidad. Los porcentajes relacionados con herbivoría fueron bajos, la familia *Orchidaceae* presentó en el primer monitoreo un porcentaje de 1,01%, 0,09% en el segundo y 0,06% en la tercera evaluación. En cuanto a la familia *Bromeliaceae* sólo se presentó en el segundo monitoreo un 0,11% de herbivoría para la especie *Tillandsia rhomboidea*, mientras que la familia *Cactacea* no registró ninguna especie. La entomofauna estuvo presente a lo largo de las evaluaciones para las tres familias de epífitas, los valores fluctuaron para cada uno de los monitoreos, estuvo representada por insectos de los órdenes Formicidae, Chelicerata, Dermaptera, Blattaria, Hemiptera, Diptera, Orthoptera y larvas de Lepidoptera. Los mayores porcentajes de plantas asociadas con insectos para las tres familias se presentaron en el orden Formicidae, durante las tres evaluaciones, siendo la familia *Cactáceae* la de mayor asociación con un 100%, *Bromeliaceae* 18,52% y *Orchidaceae* 16,49%.

Según los resultados obtenidos en esta investigación es posible trasladar especies epífitas vasculares a nuevos hábitats naturales. Los bajos porcentajes de mortalidad indican, que es posible garantizar la sobrevivencia de especies epífitas. Es así como el traslado de estas especies se convierte en una alternativa de revegetación del área afectada con fines de conservación para disminuir el impacto ambiental de la zona.

Palabras clave: epífitas, entomofauna, conservación

Abstract

Epiphytes are plants that grow attached to the trunks and branches of trees and shrubs mainly. The host or "phorophyte" on epiphytic growing is used only as a support no more damage than can cause its abundance within its branches. (Granados *et al*, 2003). Given that several species of epiphytes are registered in Resolution 383 of 2010 (MAVDT) Threatened Species of Colombia and in accordance with the concept of sustainable development, it is necessary to develop research that would establish conservation and management alternatives for threatened species. Thus, the present study aims to advance research related to the implementation of strategies such as rescue and transfer of vascular epiphytes for conservation.

The research was conducted at the property on Danube, Aguazul municipality in the department of Casanare. The site where replanting was done with an area of 4300 square meters, this site became an inventory of epiphytic phorophytes and 4822 identifying individuals, distributed in 62 species. Of this population, 1190 individuals were rescued by selecting for planting and monitoring 10% of this population, or 119 individuals. The variables evaluated were: number of leaves, number of flowers, number of fruits such as mortality, herbivory and associated insect. The analysis of the information collected was performed using descriptive statistics.

As a result it was found that the family Bromeliaceae had the highest leaf development in the three monitoring, increasing in the second and third values of 35.06 and 36.33% respectively. Regarding flowering family Bromeliaceae and Cactaceae not presented in none of the three monitoring, in the case of the family Orchidaceae flowering was low, showing a slight increase in the third monitoring with a value of 0.25%. Similarly to flowering was fruiting behavior for the three families tested. The family Cactaceae Bromeliaceae and fruiting not recorded in any of the three monitoring conducted in

As for the family Orchidaceae fruiting was low yielding values of 0.15% for the first monitorin, 0.20% in the second and third monitoring was a decrease of 0.02%. The mortality percentage of individuals for each of the families tested were low for all three evaluations. The family did not show any mortality Cactaceae, Orchidaceae family

meanwhile complained only 2.02% at the end of the study, and the family Bromeliaceae recorded a 5.56% mortality. The percentages associated with herbivory were low, the Orchidaceae presented in the first monitoring a percent of 1.01%, 0.09% in the second and 0.06% in the third evaluation. On the Bromeliaceae family only present in the second monitoring herbivory 0.11% for the species *Tillandsia rhomboidea* while Cactaceae family did not registration any kind. The insect was present along assessments for the three families of epiphytes, the values varied for each of the monitoring, was represented by insects of the orders Formicidae, Chelicerata, Dermaptera, Blattaria, Hemiptera, Diptera, Orthoptera and larvae Lepidoptera. The highest percentages of plants associated with insects for three families in the order presented Formicidae, during the three evaluations, Cactaceae family being the highest association with 100%, Bromeliaceae 18.52% and Orchidaceae 16.49%.

According to the results obtained in this investigation is possible vascular epiphytes move to new habitats. The low mortality rates indicate that it is possible to ensure the survival of epiphytic species. Thus, the transfer of these species becomes an alternative for revegetation of the affected area for conservation to reduce the environmental impact in the area.

Keywords: epiphytes, insect, conservation

Contenido

	Pág.
Agradecimientos	IV
Resumen	V
Abstract	VII
Contenido	IX
Lista de figuras	XI
Lista de tablas	XII
Introducción	13
1. PROBLEMÁTICA	16
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo general.....	21
3.2 Objetivos específicos.....	21
3.3 Pregunta de investigación.....	21
3.3.1 Hipótesis	21
4. MARCO TEÓRICO	22
4.1 Diversidad de epífitas	22
4.2 Ecofisiología	23
4.3 Colonización y establecimiento.....	24
4.4 Distribución espacial de epífitas.....	24
4.5 Hábitat epifítico: como obtienen el agua y nutrientes	26
4.6 Importancia de las epífitas en las comunidades vegetales.....	28
4.7 Las epífitas y su conservación	29
4.8 Legislación ambiental Vigente	30
5. ANTECEDENTES	32
5.1 Situación Mundial	32
5.2 Situación Nacional	37
6. Área de estudio	42
6.1 Aspectos geográficos y climáticos	42
6.1.1 Precipitación	43
6.1.2 Temperatura	44
6.1.3 Humedad Relativa.....	44
6.1.4 Brillo solar	45
7. Metodología	46
7.1 Determinación de la población objeto de estudio	46
7.2 Criterios de selección del área de traslado	47

7.3	Recolección y siembra de individuos seleccionados	48
7.4	Monitoreo y análisis de la información	49
8.	Resultados y Discusión.....	51
8.1	Representatividad general.....	51
8.2	Análisis de las variables	53
8.2.1	Número de hojas	53
8.2.2	Floración.....	55
8.2.3	Fructificación	57
8.2.4	Mortalidad.....	59
8.2.5	Herbivoría	60
8.2.6	Asociación de epífitas con insectos	62
9.	Conclusiones y recomendaciones	66
9.1	Conclusiones.....	66
9.2	Recomendaciones.....	67
ANEXOS.....		68
Anexo A: Inventarios y características de la zona de estudio		68
Anexo B: Especies epífitas trasladadas en la zona de estudio		79
Anexo B: Información estadística descriptiva		85

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Distribución porcentual de géneros de las especies trasladadas a la reserva el Danubio.	52
Figura 2. Número de especies de forófitos distribuidos por familias.....	53
Figura 3. Número de hojas promedio para las tres familias evaluadas durante los tres monitoreos.	55
Figura 4. Número de flores promedio para las tres familias evaluadas durante los tres monitoreos.	57
Figura 5. Número de frutos promedio para las tres familias evaluadas durante los tres monitoreos.	59
Figura 6. Porcentaje de mortalidad para las tres familias evaluadas durante los tres monitoreos.....	60
Figura 7. Porcentaje de plantas con ataque de herbivoría en los tres monitoreos. 62	
Figura 8. Porcentaje de plantas con insectos asociados en los tres monitoreos. ..	65

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Diversidad taxonómica de las epifitas.	23
Tabla 2. Representatividad de especies en la zona de derecho de vía.	51

Introducción

Colombia se encuentra catalogada dentro del grupo de los 14 países que alberga el mayor índice de biodiversidad en la tierra, denominada países megadiversos compartiendo esta categoría con, Argentina, Bolivia, Brasil, China, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Kenia, México, Perú, Sudáfrica y Venezuela (Andrade, 2011). El estado del conocimiento actual señala que Colombia cuenta con 927 especies de musgos, 264 géneros y 72 familias. En hepáticas hay registros de 840 especies de 140 géneros y 38 familias, en líquenes se encuentran 1.515 especies de 253 géneros y 73 familias y en helechos y plantas afines 1.400 especies de 115 géneros y 32 familias. Los registros de 26.500 especies de plantas con flores significan el 12% de la riqueza vegetal del mundo (Rangel, 2005).

La región de la Orinoquía Colombiana, también llamada Llanos Orientales de Colombia, alberga una gran riqueza en biodiversidad, cuenta con aproximadamente 17 millones de hectáreas y contienen tres sistemas de tierras o paisajes: el piedemonte, las llanuras aluviales y las altillanuras. Pertenece a un macrosistema de importancia global (las sabanas tropicales) cuya topografía permite la mecanización agrícola y cuyos suelos exigen un manejo cuidadoso. Limita al norte con el estado de Apure en la frontera suroeste de Venezuela; al sur con el río Guaviare; al oeste con la cordillera Oriental y al este con el río Orinoco. La división administrativa de los Llanos Orientales comprende los departamentos del Meta, Vichada, Arauca y Casanare (Rippstein *et al*, 2001).

De acuerdo con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, se han identificado 19 áreas prioritarias para su conservación en toda la cuenca Orinoco, de las cuales tres se encuentran en Casanare, uno de los departamentos clave en el desarrollo económico del país si se tiene en cuenta su riqueza petrolífera, ganadera y las políticas de expansión de agro-combustibles. Estudios adelantados en la flora del Casanare complementados con levantamientos de información primaria en ecosistemas prioritarios para el Departamento, registra una riqueza de 1479 especies agrupadas en 659 géneros y 146 familias. Se incluyen 11 subespecies y 19 variedades (Usma y Trujillo, 2011).

En Colombia, el grado de amenaza de extinción a la que está sometida una especie se estima siguiendo criterios científicos, principalmente aquellos elaborados por la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Después de estudios rigurosos, en los que se tienen en cuenta observaciones y datos tomados a lo largo de muchas décadas de investigación, los expertos elaboran listados en los que se estima el grado de amenaza para cada especie estudiada y se formulan recomendaciones de conservación. Esta información, que se publica en la serie de Libros rojos de especies amenazadas de Colombia, sirve como sustento técnico de la Resolución 383 de febrero de 2010, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), “por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones”. Varias especies de epifitas están registradas en la Resolución 383 de 2010 (MAVDT), lo cual convierte el estudio y conservación de este grupo de plantas en objetivos prioritarios (Fotosíntesis, 2012).

Las epifitas son plantas que crecen sobre otras plantas adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente, por ello, son llamadas con toda propiedad, epifitas (del griego *epi* que significa “sobre”, y *phyte*, “planta”). El hospedero o “forofito” sobre el que crece una epifita es utilizado sólo como soporte sin recibir más daño que el que pueda provocar su abundancia dentro de su ramaje; por tanto, una epifita difiere de una planta parásita en que esta última obtiene agua y nutrientes del hospedero (Granados *et al*, 2003). En total se estima que hay cerca de 25 mil especies de plantas epífitas vasculares en todo el mundo, que aportan el 5% de la biomasa total del ecosistema y han dejado atrás la asociación con la tierra, usando como soporte las copas de los árboles. Son parásitas mecánicas (Montana, 1989) y evitan la necesidad de producir troncos, tallos y ramas, así como células, órganos y estructuras reforzadas que tiene la mayoría de las plantas. El epifitismo involucra a un 10% de los vegetales vasculares, incluyendo un número importante de helechos, *Orchideaceae*, *Araceae* y *Bromeliaceae*, y en menor grado, las familias *Gesneriaceae*, *Piperaceae*, *Cactaceae*, *Ericaceae* y *Melostomataceae* (Benzing, 1998).

Las epifitas desempeñan un papel muy importante en la dinámica de las comunidades, ya que al estratificarse verticalmente, desde los troncos de los árboles hasta las copas del dosel, ofrecen una gran variedad de nichos y recursos que son aprovechados por

diversos grupos de animales (hormigas, artrópodos, anfibios, aves, entre otros) contribuyendo al incremento de la biodiversidad de las comunidades donde se encuentran. Por otra parte las plantas epífitas acumulan grandes cantidades de agua entre sus hojas, proporcionando una vía alterna en la dinámica de éste recurso dentro del bosque, además, la biomasa de las epífitas establecida en las ramas interiores de los árboles, alberga un alto contenido de nutrimentos esenciales como fósforo y nitrógeno los cuales posteriormente son reciclados, brindando rutas alternas al ciclo de nutrimentos y a la dinámica del agua (Ceja *et al*, 2008).

En concordancia con lo anterior y dado que Colombia cuenta con pocas investigaciones relacionadas en el traslado de epífitas vasculares como estrategia para conservación de la biodiversidad, este estudio aporta conocimiento preliminar sobre dicho tema, mediante monitoreos observacionales que permitieron la evaluación del desarrollo de epífitas vasculares en un nuevo hábitat, así como, determinar la asociación con la entomofauna presente en el sitio de traslado y comparar el desarrollo de las epífitas vasculares trasladadas con aquellas epífitas presentes en el medio natural. De esta manera esta investigación proporciona información de gran importancia para futuros trabajos relacionados con esta área del conocimiento en el país, como estrategia de conservación de un componente importante del reservorio genético de la flora colombiana.

1. PROBLEMÁTICA

El desarrollo de un país siempre conlleva a un desequilibrio ecológico, por ello cuando se habla de desarrollo sostenible, lo que se pretende es disminuir al máximo el impacto ambiental de este desarrollo.

La industria petrolera en Colombia desarrolla una serie de actividades y operaciones típicas que se consideran implícitas en todos los proyectos, actividades tales como: sísmica, perforación de pozos, producción y conducción, implican múltiples interacciones con el entorno natural. Entre los efectos ambientales que la actividad petrolera en Colombia ha causado sobre los ecosistemas y el hombre se encuentra la remoción de cobertura vegetal y construcción de trochas de penetración a zonas de la Amazonia y la Orinoquia, entre las que se pueden contar varios Parques Nacionales Naturales y zonas de Reserva Forestal; alteración de los patrones naturales de drenaje que en los casos más severos ha conducido al secamiento de grandes áreas de humedales, inducción de procesos de desestabilización de subcuencas y de procesos de erosión en áreas de fallas geológicas o de pendientes en los piedemontes y lomos de las cordilleras Oriental y Central, contaminación de aguas superficiales y acuíferos por inexistencia o deficiencia en el tratamiento de las aguas asociadas a la explotación y refinación del petróleo y salinización de suelos por aguas asociadas al petróleo en lugares abiertos o bajos pantanosos. Estos fenómenos han significado la desaparición de innumerables especies vegetales y animales, alterando ecosistemas y generando nuevas dinámicas ecológicas (Calao, 2007).

Los Llanos Orientales de Colombia es una ecorregión reconocida a nivel Nacional e internacional con algunas de los pastizales tropicales más ricos del mundo. Esta ecorregión incluye entornos naturales únicos que son compartidos con Venezuela, así como una importancia mundial y regional. En las últimas décadas se han visto cambios drásticos que amenazan la diversidad biológica de ésta zona del país, incluyendo la pérdida o transformación del hábitat debido a la expansión de la agricultura intensiva, este cambio ha llevado a un aumento de hábitats inadecuados para las especies nativas, reducción de la población y efectos negativos impuestos a las especies migratorias. Por otra parte el cambio climático constituye una amenaza creciente para la biodiversidad de

los Llanos debido a las alteraciones que pueden causar los ciclos hídricos (duración de la época de lluvia y la época seca), que son clave en la distribución espacial y temporal de las especies animales y vegetales. Se estima que para el año 2050 la temperatura promedio en los Llanos aumentará 2,7°C y se espera que haya disminuciones de entre 10 y 20% en la precipitación. Así mismo se prevén proceso de desertificación en las áreas de bosque más seco y las sabanas. Igualmente la contaminación del agua y del suelo y la introducción de especies no nativas contribuyen a la pérdida de biodiversidad en esta zona del país (PNUD, 2011).

Teniendo en cuenta que varias especies de epífitas están registradas en la Resolución 383 de 2010 (MAVDT) de especies amenazadas de Colombia y en concordancia con el concepto de desarrollo sostenible, es necesario desarrollar trabajos de investigación que permitan establecer alternativas de manejo y conservación para las especies en peligro, con el fin de recuperar y proteger dichas especies y así disminuir el impacto ambiental mitigando en parte la pérdida de biodiversidad. Es así como el presente estudio pretende adelantar investigación relacionada con la implementación de estrategias como el rescate y traslado de epífitas vasculares para la conservación.

2. JUSTIFICACIÓN

Hoy el sector de petróleo y derivados representa la mayor participación de las exportaciones del país (49%), seguido por sectores como el industrial (participación del 41%), productos de la refinación del petróleo (9%) y productos alimenticios y bebidas (8%). Este comportamiento se debió a los incrementos en producción y altos precios internacionales, y es consistente con el crecimiento del PIB del sector (petróleo y gas), que fue del 50% en el 2011, frente al año anterior. En cuanto a cobertura geográfica, el petróleo en Colombia, por razones de su origen, se encuentra en las cuencas sedimentarias que en número de 13 se distribuyen en todas las regiones naturales del país. En conjunto las áreas petrolíferas cubren 646.000 km², aproximadamente el 40% del área total del país incluida la plataforma continental en los océanos Atlántico y Pacífico (ACP, 2011).

La industria petrolera desarrolla una serie de actividades y operaciones típicas que se consideran implícitas en todos los proyectos, actividades tales como: sísmica, perforación de pozos, producción y conducción; implican múltiples interacciones con el entorno natural, por lo que representan una oportunidad para prevenir, minimizar o mitigar los impactos ambientales causados por la industria petrolera por medio de la implementación de planes de manejo ambiental basados en buenas prácticas. (Calao, 2007).

Entre los planes o procesos de recuperación ambiental se encuentra la revegetación o la reforestación del área afectada. Este proceso pretende como su nombre lo indica recuperar la zona explotada tratando de hacer lo menor posible el impacto ambiental remanente de la zona (Calao, 2007).

El departamento de Casanare es muy importante para el desarrollo económico del país si se tiene en cuenta su riqueza petrolífera, ganadera y las políticas de expansión de agrocombustibles. El auge petrolero del Casanare durante los años noventa provocó una serie de cambios económicos, fiscales y demográficos acelerados en este departamento. En primer lugar, el departamento experimentó una profunda transformación en su estructura económica. Así, mientras que a principios de la década pasada la economía del Casanare dependía principalmente de la actividad agropecuaria, hoy por hoy, ésta

gira alrededor del petróleo. En consecuencia, el departamento experimentó una fuerte contracción del sector agropecuario y en menor medida, de la industria (Sánchez *et al*, 2005).

Casanare es uno de los departamentos más ricos en biodiversidad y cuenta con innumerables recursos naturales, hídricos y ecosistémicos. Su área de bosque natural representa el 16,7% del total del país; posee 1.479 especies vegetales, 175 especies de mariposas, 89 especies de hormigas, el 86% de las especies de peces de la Orinoquia; 45 especies de anfibios entre ranas, sapos y culebras; 65 especies de reptiles distribuidas entre tortugas, cachirres, babillas, caimanes y cocodrilos; 507 especies de aves; 45% del total de los mamíferos del país, entre murciélagos, roedores, marsupiales, primates, mustélidos, armadillos, dantas, felinos y chigüiros (PEDCTI, 2012).

El 97% del departamento de Casanare hace parte de la cuenca del Orinoco, que comprende el 19,3% del territorio del país, y se caracteriza por contener el bioma de sabana y los sistemas ecológicos de las montañas tropicales húmedas. El conjunto alberga un mosaico con 156 tipos de ecosistemas de los cuales 92 corresponden a ecosistemas de tipo natural. Casanare contiene 37 de esos ecosistemas que abarcan la llanura, el piedemonte, las selvas andinas y el páramo en una superficie de 2.941.250 hectáreas y corresponden al 66% de la superficie departamental; las demás áreas pertenecen a ecosistemas transformados por actividades agropecuarias, que se relacionan especialmente con explotación ganadera y monocultivos de palma de aceite y arroz. Aunque el Casanare tiene una gran importancia ecológica y socioeconómica en el país, sus ecosistemas figuran entre los más degradados, el 19% de ellos están transformados y se hallan entre los menos representados en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, por efecto del cambio social, cultural y económico que el departamento ha experimentado al pasar de la producción ganadera a la industria de hidrocarburos. Las áreas protegidas de carácter nacional en Casanare se restringen a una pequeña superficie localizada en el municipio La Salina, correspondiente al área de amortiguación del PNN Sierra Nevada del Cocuy (PEDCTI, 2012).

Según Usma y Trujillo, 2011, en una de las conclusiones principales del documento Biodiversidad del Departamento de Casanare, identificación de ecosistemas estratégicos; en este departamento el conocimiento de la ecología de poblaciones y comunidades,

estructura y composición de los ecosistemas y el estado de conservación de las especies vegetales es muy escaso, por lo tanto se hace necesario implementar programas que fomenten el interés del gremio científico, para de esta forma promover estudios en cuanto a dinámica, estructura, composición, restauración y uso de los ecosistemas que se encuentran en la región. Es prioritario establecer mecanismos que permitan obtener beneficios para la conservación y el conocimiento de la biodiversidad del departamento, potencializando las investigaciones y estudios de carácter científico, enfocados hacia el descubrimiento y valoración de las riquezas naturales y culturales del departamento, con el fin de evitar la degradación de los ecosistemas, especialmente aquellos de mayor susceptibilidad.

El rescate y traslado de epífitas en peligro de extinción además de ser una actividad que hace parte del cumplimiento de una resolución y un proceso de reducción de impacto ambiental, para el caso de las epífitas es importante realizarlo dado el aporte ecológico que realizan al ecosistema tales como: la fijan nutrientes de la atmósfera y los incorporan al ciclo trófico del bosque; almacenan agua en época lluviosa y la liberan gradualmente en tiempo seco; ofrecen refugio, materiales y alimento a muchos organismos; sirven como guardería de crías de diferentes especies y aumentan la capacidad de carga del ecosistema y constituyen un componente importante del reservorio genético de la flora colombiana.

La presente investigación corresponde a los estudios preliminares de la implementación de una estrategia de conservación de epífitas vasculares que se encuentran amenazadas en ésta zona del país, con el fin de mitigar el impacto ambiental que genera la industria de hidrocarburos en el municipio de Aguazul departamento del Casanare, de ésta manera se contribuye a la generación de conocimiento preliminar relacionado con éstas especies poco estudiadas en el país y se genera el espacio para la continuidad de futuros trabajos científicos en dicho tema, que permita identificar planes de manejo ambiental efectivos en lo referente a la reforestación de áreas afectadas.

3.OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar el traslado de especies epífitas vasculares como estrategia de conservación de biodiversidad en el municipio de Aguazul, departamento del Casanare.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la capacidad de sobrevivencia de individuos de epífitas vasculares trasladadas a un nuevo forófito.
- Determinar la relación entre individuos de epífitas trasladadas y la entomofauna nativa presente en el sitio de traslado.
- Realizar un seguimiento al desarrollo de las epífitas vasculares trasladadas en su nuevo ambiente.

3.3 Pregunta de investigación

¿Es el traslado de epífitas vasculares, una alternativa de conservación para disminuir el impacto ambiental ocasionado por la industria petrolera, en el municipio de Aguazul departamento de Casanare?

3.3.1 Hipótesis

Es posible trasladar epífitas vasculares que se adapten a un nuevo ambiente sin que sufran cambios en su desarrollo y entomofauna asociada, con el fin de disminuir el impacto ambiental ocasionado por la industria petrolera.

4. MARCO TEÓRICO

Las epifitas son plantas que crecen sobre otras plantas adheridas a los troncos y ramas de árboles y arbustos principalmente, por ello, son llamadas, con toda propiedad, epifitas (del griego *epi* que significa “sobre”, y *phyte*, “planta”). El hospedero o “forofito” sobre el que crece una epifita es utilizado sólo como soporte sin recibir más daño que el que pueda provocar su abundancia dentro de su ramaje; por tanto, una epifita difiere de una planta parásita en que esta última obtiene agua y nutrientes del hospedero (Granados *et al.*, 2003).

Las plantas epífitas son un producto evolutivo de la gran lucha para sobrevivir en los bosques y selvas tropicales húmedos, que son los ecosistemas terrestres más diversos y complejos del planeta. De esta diversidad entre el 30 y 50% de las especies, son epífitas, es decir, que habitan en la copa de los árboles. En total se estima que hay cerca de 25 mil especies de plantas epífitas vasculares en todo el mundo, que aportan el 5% de la biomasa total del ecosistema y han dejado atrás la asociación con la tierra, usando como soporte las copas de los árboles. Son parásitas mecánicas y evitan la necesidad de producir troncos, tallos y ramas, así como células, órganos y estructuras reforzadas que tiene la mayoría de las plantas (Montana *et al.*, 1989).

4.1 Diversidad de epífitas

La evolución del epifitismo ha ocurrido muchas veces y ha sido polifilético, puesto que la diversidad taxonómica de las epífitas es muy abundante (Tabla 1). Entre las familias mejor conocidas como epifitas están las *Orchidaceae*, *Araceae*, *Piperaceae* y *Bromeliaceae*; también son importantes los helechos. En algunos bosques tropicales, más del 50 % de la biomasa foliar total puede deberse a las epifitas y de las especies de lianas conocidas, 90 % son nativas de los trópicos (Sutton *et al.*, 1983).

Tabla 1. Diversidad taxonómica de las epífitas.

Número de taxas con epífitas vasculares	Porcentaje de epífitas del total de plantas vasculares
Especies 23466	10
Géneros 879	7
Familias 84	19
Órdenes 44	45

Fuente: Gentry & Dodson, 1987

El epifitismo se ubica tanto en hábitats terrestres como en acuáticos en combinación con plantas superiores e inferiores. En los climas terrestres templados muchas plantas inferiores son epífitas, tales como los musgos, líquenes, algas verdes aéreas y cianobacterias (algas verdeazules). En los trópicos, las plantas inferiores constituyen una gran biomasa epífita, así como los musgos en los bosques de niebla; incluso la superficie de las hojas de plantas de tales bosques (filósfera) pueden hospedar una flora diversa compuesta por bacterias, cianobacterias, algas musgos y líquenes y a pesar de que se ha mencionado que esto puede tener efectos adversos sobre la utilización de la luz por las hojas hospederas, no obstante se ha sugerido que, la fijación de nitrógeno por cianobacterias epífitas lo hacen disponible al hospedero (Granados *et al*, 2003).

Aunque el grupo de las epífitas incluye desde organismos no vasculares, vasculares inferiores y angiospermas, cabe considerar el hecho de que, familias ecológicamente importantes por su diversidad y abundancia, como son las leguminosas, labiadas, gramíneas y escrofulariáceas, prácticamente no invadan este nicho (Sinclair, 1983).

4.2 Ecofisiología

Las adaptaciones morfofisiológicas de las epífitas dependen en mucho de las características del forofito u hospedero: su forma biológica, altura, textura, arquitectura del follaje y su condición perenne o caducifolia, además de las condiciones ambientales

donde se distribuye la comunidad hospedadora. Cabe resaltar que las epifitas realizan la fotosíntesis y fabrican su propia materia orgánica; por tanto, no son parásitas. Las epifitas pueden presentar tres diferentes caminos vía fotosíntesis dependiendo de sus suministros de luz y agua siendo una minoría de tipo C4, en forma considerable tipo C3, CAM constitutivas y CAM inducibles. Las CAM constitutivas son aquellas plantas que realizan una fijación significativa de CO₂ en condiciones naturales, con buen suministro de agua y luz, siendo capaces de ampliar su horario de transpiración de nocturno a diurno. Las CAM inducibles son aquellas plantas que se ven en la necesidad de adoptar este mecanismo al encontrarse sometidas a un estrés de sequía (Medina, 1987).

4.3 Colonización y establecimiento

Las epifitas no atacan a sus árboles hospedadores ni les roban el agua ni los nutrientes. No obstante, no todos los árboles les proporcionan un estrato suficientemente bueno, ya que sólo algunas epifitas pueden colonizar los troncos suaves y verticales de las palmeras o las ramas sombrías de los árboles. Los árboles con cortezas resquebrajadas o arrugadas, cubiertas de líquenes y musgos parece que ofrecen un buen lugar para el establecimiento de las semillas y esporas de las epifitas, las cuales están forzadas a producir un mayor número de descendientes que sus parientes propios del suelo debido a que gran cantidad de sus esporas y semillas no logran ubicarse en un lugar conveniente para su desarrollo (Granados *et al*, 2003).

4.4 Distribución espacial de epifitas

Las condiciones de crecimiento de las epifitas en los distintos niveles del dosel son diversos y frecuentemente semejantes a las del suelo, en lo que se refiere al microclima (aparentemente no son más versátiles que las especies típicas del suelo). La mayoría de las epifitas sobreviven en relación estrecha de forofitos específicos, como aquellas que se adhieren fuertemente a las ramas de *Ficus* y *Helix* . Es un hecho que las epifitas ocupan sitios de variable exposición a la luz. Es el caso de las orquídeas epifitas del

bosque lluvioso de África Occidental, las cuales, sólo un pequeño porcentaje del número total de especies se encuentran en la parte superior del dosel y la mayoría de las especies viven dentro de la corona de los árboles

La forma de vida de las epífitas es precaria, pero esto es contrarrestado por la posibilidad de ubicarse en la porción superior de árboles altos, ganando de esta forma acceso a la luz sin necesidad de utilizar largos tallos. No obstante, las epífitas de la copa están expuestas al sol, al viento y a ocasionales períodos secos. Como consecuencia, muestran muchas adaptaciones desarrolladas por las especies del desierto: follaje grueso y curtido o muy estrecho para prevenir la deshidratación y el secado y mecanismos muy eficaces para absorber y almacenar agua. En cambio, las especies de epífitas que se ubican en el estrato con poca luz y condiciones permanentemente húmedas, a menudo tienen hojas más delgadas, con “extremos goteantes” en las puntas de sus hojas para deshacerse del exceso de agua, así como una textura ondulada y aterciopelada que incrementa la zona superficial y, por consiguiente, la capacidad para captar la luz (Granados *et al*, 2003).

La alta diversidad de epífitas vasculares en bosques neotropicales de montaña ha sido explicada por la existencia de claros que han podido partir los espacios disponibles tanto horizontal como verticalmente. En una escala local, la partición horizontal de un bosque por las epífitas, se da a través de la diversidad de microambientes y las características estructurales de diferentes hospederos que brindan diferentes oportunidades para el establecimiento, es decir un mosaico complejo de microhábitats o un mosaico físico que provee el medio para su crecimiento. Estos microambientes pueden ser causados por diferencias en la disponibilidad de humedad, de radiación o por la presencia de briofitas. Por ejemplo, en un mismo bosque la comunidad de epífitas cambia entre las caras de una montaña o con la cercanía de ríos. Además en algunos bosques existen hospederos particulares que hospedan composiciones de epífitas diferentes o sólo a algunas especies, mientras que otros hospederos casi carecen de epífitas. Aunque se espera que las epífitas puedan establecerse en cualquier hospedero, ha habido tres formas de asociación epífita hospedero que se han documentado. Cuando una epífita está en un sólo hospedero se interpreta que existe especificidad de hospedero, cuando una epífita habita varios hospederos pero está mayoritariamente en uno, se interpreta como preferencia de hospedero, y cuando una epífita no está en un hospedero se le llama

abstinencia de hospedero (*host avoidance*) y se ha hipotetizado que es el resultado de la expulsión (*axeny*) de esta epífita por el hospedero. Los tres fenómenos pueden ocurrir en un mismo bosque y le confieren a la comunidad de epífitas oportunidades para aumentar su diversidad, si existen muchas asociaciones específicas y muchos hospederos amigables, o le imponen restricciones si el bosque está compuesto por hospederos hostiles (Martínez *et al*, 2008).

La estratificación vertical es el resultado de la variación microclimática desde la parte alta del dosel hasta el interior del bosque y debe ser pronunciada en bosques altos y cerrados, donde el cambio microclimático es más acentuado. Esta variación está determinada por la estructura y altura del dosel que regula la intensidad y dirección de luz recibida, la captación de humedad del aire y la temperatura del aire que llega a las plantas; por la disponibilidad de nutrientes, que está asociada a la presencia de materia orgánica muerta o briofitas en los hospederos. En bosques altos esta variación afecta la distribución de la biota del dosel, ya sean plantas no vasculares, vasculares o insectos (Martínez *et al*, 2008).

4.5 Hábitat epifítico: como obtienen el agua y nutrientes

Las mayores dificultades que enfrentan las plantas epífitas se relacionan con la falta de agua y nutrientes, esto se debe en gran parte a que no se desarrollan sobre un suelo como tal. La cantidad de agua disponible está dada por la humedad atmosférica (humedad relativa), que a su vez depende de la dirección e intensidad de los vientos y de la cantidad de precipitación pluvial (humedad líquida) en la zona (Penagos y Palacino, 2011).

Para afrontar con éxito el “problema” del agua, muchas epífitas tienen adaptaciones similares a las que poseen las plantas en el desierto, lo que les permite absorber de forma rápida y eficiente una gran cantidad de agua que se retiene durante un tiempo considerable, para impedir su pérdida y salirle al paso a las épocas de escasez. Entre dichas adaptaciones se encuentra por ejemplo, que muchas epífitas poseen una capa cerosa en su superficie externa, lo que les ayuda a retener agua. Los musgos y líquenes

epífitos se encogen y dejan de crecer cuando escasea el agua, al presentarse las lluvias, son capaces de absorber rápidamente el líquido para continuar su crecimiento (Penagos y Palacino, 2011).

En otros casos, la presencia de “pequeñas bolsas o sacos” favorece el almacenamiento de agua en su interior para cubrir las épocas de deficiencia. Muchas de las epífitas vasculares tienen una forma de metabolismo llamada CAM (Crassulean Acid Metabolism), el cual posibilita la absorción de CO₂ (dióxido de carbono) durante la noche (principalmente), cuando las temperaturas son más bajas. Esta característica permite que las epífitas mantengan cerrados sus estomas durante el día, para reducir la pérdida de agua por evapotranspiración (Penagos y Palacino, 2011).

Las epífitas existen en condiciones pobres de nutrientes debido a que su ubicación sobre las otras plantas, cubre distancias que van desde unos pocos centímetros del suelo, hasta varios metros de altura, lo cual impide que se favorezcan en un alto porcentaje con la materia orgánica que cae de aquellas plantas más altas. Aunque una parte de su “dieta” está relacionada con el detritus que se deposita en las ramas de los árboles (a lo que algunos estudiosos han denominado “suelo aéreo”), la obtención de la mayor parte de los nutrientes, está ligada directamente con la posibilidad de obtener agua lluvia, pues es en ella, en donde su “sustento” viene disuelto (Penagos y Palacino, 2011).

Otro mecanismo al que recurren estas plantas es conocido como “consumo redundante” el cual consiste en absorber más nutrientes de los que se necesitan, con el fin de obtener reservas para tiempos de escasez. Casi todas las orquídeas tienen un hongo asociado a sus raíces (micorriza). Este hongo provee a la raíz de algunas sustancias nutrientes que se obtienen de la materia orgánica acumulada sobre las ramas de los árboles. La epífita le devuelve el “favor” al hongo, suministrándole azúcares y otras sustancias que éste necesita para vivir. Es así, que las adaptaciones de cada especie epífita, no solamente son importantes para obtener agua, sino que también son fundamentales para conseguir los nutrientes (Penagos y Palacino, 2011).

A pesar de lo anterior, el desarrollo de esta clase de plantas es exitoso, debido a que son una forma de existencia basada en la “máxima economía”, que “lucha” por la obtención de agua y nutrientes como Nitrógeno (N), Potasio (K) y Fósforo (P), los cuales por lo regular se encuentran en bajas concentraciones. Es una vida tan única y diferente, que

en muchas de las especies no son sus hojas sino sus raíces verdes y aéreas, las que realizan el proceso de fotosíntesis (Penagos y Palacino, 2011).

4.6 Importancia de las epífitas en las comunidades vegetales

Las plantas son parte fundamental de los distintos ecosistemas que se presentan en nuestro planeta, ya que desde los árboles más imponentes hasta las más delicadas hierbas forman la base de todas las comunidades biológicas conocidas. Un componente importante dentro de éstas comunidades son las epífitas, las cuales, dependiendo de las condiciones ambientales en las que se desarrollen, pueden presentar una gran diversidad de formas (Ceja *et al*, 2008).

Las epífitas desempeñan un papel muy importante en la dinámica de las comunidades, ya que al estratificarse verticalmente, desde los troncos de los árboles hasta las copas del dosel, ofrecen una gran variedad de nichos y recursos que son aprovechados por diversos grupos de animales (hormigas, artrópodos, anfibios, aves, entre otros) contribuyendo al incremento de la biodiversidad de las comunidades donde se encuentran (Ceja *et al*, 2008).

Las plantas epífitas, principalmente las de tipo roseta, acumulan grandes cantidades de agua entre sus hojas, proporcionando una vía alterna a la dinámica de éste recurso dentro del bosque, además, la biomasa de las epífitas establecidas en las ramas interiores de los árboles, alberga un alto contenido de nutrimentos esenciales como fósforo y nitrógeno los cuales posteriormente son reciclados, brindando rutas alternas del ciclo de nutrimentos y la dinámica del agua en las comunidades (Ceja *et al*, 2008).

4.7 Las epífitas y su conservación

Entre las plantas epífitas podemos encontrar no vasculares como líquenes, musgos y hepáticas, y vasculares como *Pteridophytas* (*Psilotophyta*, *Lycopodiophyta*, *Equisetophyta*, *Polipodiophyta*), monocotiledóneas (*Bromeliaceae*, *Orchidaceae*, y *Araceae*) y dicotiledóneas (*Cactaceae*, *Gesneriaceae*, *Piperaceae*, *Rubiaceae*, *Asclepiadaceae*, *Ericaceae*, *Melastomataceae*).

Dentro de las epífitas, la familia *Orchidaceae*, constituye el grupo más importante de las epífitas vasculares; de hecho, de las aproximadamente 14.000 especies de epífitas que se calcula que existen en Colombia, más de dos tercios son orquídeas. La familia *Bromeliaceae* y los helechos son otros dos taxones que siguen en importancia (Guariguata y Kattan, 2002).

En el caso de las Orquídeas, el país cuenta con aproximadamente 3.300 especies descritas y al menos otras 1.000 especies sin describir, siendo este uno de los tres países más diversos del mundo en este grupo de plantas. En Colombia estas plantas alcanzan su máxima diversidad y abundancia en bosques lluviosos y de niebla, aproximadamente entre los 1.900 y 2.500 metros sobre el nivel del mar.

Así, este grupo constituye un componente florístico importante en los ecosistemas tropicales, pues forman un alto porcentaje de la vegetación en muchos tipos de bosques naturales, otorgándole una gran complejidad a la estructura vertical a los bosques tropicales, proporcionando sustrato a otros organismos, entre estos a hormigas, larvas de insectos, lombrices de tierra y anfibios, ofreciéndoles refugio y alimento. Muchos de estos animales polinizan las epífitas y diseminan sus semillas (Guariguata y Kattan, 2002).

Las estrategias de conservación de epífitas están ligadas, en primera instancia a la conservación de los hospederos o forófitos que les sirven de soporte, es decir a la conservación del bosque. Otro factor de amenaza latente a las poblaciones de epífitas (principalmente orquídeas y bromelias) es la extracción de estas directamente con fines comerciales y ornamentales (Guariguata y Kattan, 2002).

4.8 Legislación ambiental Vigente

En los últimos años se han realizado importantes avances y acuerdos en la legislación ambiental colombiana, en función de la conservación de la biodiversidad, mediante la elaboración de normas, decretos y leyes. Gracias a la evaluación de impactos, al desarrollo de planes de manejo y programas de compensación, se han generado estrategias de manejo en pro de la mitigación de impactos y recuperación de áreas afectadas.

En Colombia, el grado de amenaza de extinción a la que está sometida una especie se estima siguiendo criterios científicos, principalmente aquellos elaborados por la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Después de estudios rigurosos, en los que se tienen en cuenta observaciones y datos tomados a lo largo de muchas décadas de investigación, los expertos elaboran listados en los que se estima el grado de amenaza para cada especie estudiada y se formulan recomendaciones de conservación. Esta información, que se publica en la serie de Libros rojos de especies amenazadas de Colombia, sirve como sustento técnico de la Resolución 383 de febrero de 2010, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), “por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones” (Fotosíntesis, 2012).

Varias especies de epífitas están registradas en la Resolución 383 de 2010 (MAVDT), lo cual convierte este estudio en un pilar fundamental para la conservación de este grupo de plantas. De la misma manera, el Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010, expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, “por medio del cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”, pretende fortalecer el proceso de licenciamiento, la gestión de las autoridades y promover la responsabilidad en aras de la protección del medioambiente. De acuerdo con lo estipulado en dicho decreto, toda persona o empresa que desee ejecutar proyectos que generen impacto ambiental debe presentar ante la autoridad competente un estudio de impacto, en el que se incluyan: localización y descripción del proyecto, caracterización del área de influencia del mismo, demanda de recursos naturales por

parte del proyecto, evaluación de impactos ambientales, plan de manejo ambiental, plan de contingencia y programa de seguimiento y monitoreo (Fotosíntesis, 2012).

Epífitas como los musgos, líquenes, bromelias y orquídeas fueron sujeto de una alta presión extractiva, debido a su amplio uso cultural en la decoración navideña. Por este motivo el Inderena, mediante la Resolución 0213 de 1977, estableció una veda nacional para los musgos, líquenes, bromelias y orquídeas. Tras estudiar el caso, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial emitió, en julio de 2011 la resolución 1349, la cual, resuelve: *“Por la cual se efectúa un levantamiento temporal de veda para las Epífitas Vasculares y No Vasculares y se toman otras determinaciones”*. El levantamiento de la veda permite el rescate de las epífitas de la zona, así como su transporte y establecimiento en un área de reserva natural del piedemonte llanero (Fotosíntesis, 2012).

A nivel municipal en el acuerdo 006 de marzo de 2011 se adopta la revisión y ajustes al esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Aguazul Casanare, en el artículo 10 se plantean los objetivos ambientales para el municipio de Aguazul, el cual debe conservar sus valores ecológicos, paisajísticos, productivos y científico-culturales, por lo cual es de vital importancia la recuperación y rehabilitación de los elementos y procesos del ambiente natural que se encuentren degradados por actividades incompatibles, fomentara la investigación y uso de la biodiversidad e incorporara y promoverá el desarrollo de procesos productivos más limpios, rentables y que hagan uso racional y eficiente de los recursos naturales, incorporando tecnologías apropiadas y compatibles con la oferta ambiental. Por otra parte en los artículos 30 y 31 se define la estructura ecológica principal y los ecosistemas estratégicos del municipio.

5. ANTECEDENTES

5.1 Situación Mundial

El 70 por ciento de todas las especies del mundo se encuentra tan solo en doce países: Australia, Brasil, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Madagascar, México, Perú y República Democrática del Congo. La Cordillera del Hindu Kush–Himalaya posee un estimado de 25.000 especies de plantas, lo que constituye el diez por ciento de la flora del mundo (Hood, 2013).

Las regiones tropicales aportan dos tercios de las 250.000 especies de plantas estimadas. La mayor diversidad de árboles registrada hasta la fecha es de 1.200 especies en 52 hectáreas del Parque Nacional de Lambir Hills, en Sarawak. En general, se estima que los bosques lluviosos tropicales contienen entre el 50 y el 90 por ciento de todas las especies. Unas 2.600 especies de pájaros (cerca del 30 por ciento del total) dependen de los bosques tropicales (Hood, 2013).

En Madagascar, el noventa y ocho por ciento de sus mamíferos terrestres, el 92 por ciento de reptiles, el 68 por ciento de sus plantas y el 41 por ciento de sus especies de aves de cría no existen en ningún otro lugar del planeta. El 60 por ciento de las especies de plantas endémicas de las Islas Galápagos del Ecuador están en vía de extinción, al igual que el 75 por ciento de las especies de plantas endémicas de las Islas Canarias. El 25 por ciento de los puntos críticos de biodiversidad contiene el 44 por ciento de todas las especies de plantas, y el 35 por ciento de todas las especies de vertebrados terrestres existen solamente en el 1,4 por ciento de la superficie terrestre del planeta (Hood, 2013).

En diversidad de ecosistemas, México y Brasil son los países más ricos de Latinoamérica y la región del Caribe, seguidos por Colombia, Argentina, Chile y Costa Rica. Sin embargo, si se toma en cuenta tan sólo el número de hábitats o ecorregiones, México es el país más diverso de la región. A nivel mundial, tan sólo China e India rivalizan con México en la diversidad de su cubierta vegetal (Hood, 2013).

La información más fiable sobre los hábitats terrestres se refiere a los bosques, que hoy en día ocupan aproximadamente el 31% de la superficie terrestre del planeta. Se estima que los bosques concentran más de la mitad de las especies animales y vegetales terrestres (la gran mayoría de las cuales se encuentra en los trópicos) y más de dos tercios de la producción primaria neta terrestre, es decir, la transformación de la energía solar en materia vegetal (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010).

La deforestación, causada sobre todo por la conversión de los bosques en tierras agrícolas, muestra indicios de disminución en varios países tropicales, pero sigue a un ritmo alarmante. Del año 2000 al año 2010, fueron convertidos a otros usos, o perdidos por causas naturales, un poco menos de 130 000 km² por año; comparados con 160 000 km² en los años 1990. La pérdida neta de bosques se ha desacelerado considerablemente, de casi 83 000 km² por año en el decenio de 1990 a poco más de 50000 km² por año entre 2000 y 2010. Esto se debe sobre todo a la reforestación a gran escala en las regiones templadas, como también a la restauración del paisaje y la expansión natural de los bosques. Dado que los bosques recién plantados suelen tener una biodiversidad de valor mínimo y pueden estar compuestos por una sola especie de árboles, la desaceleración de la pérdida neta de bosques no necesariamente implica una desaceleración de la pérdida de la biodiversidad forestal en todo el mundo. Entre 2000 y 2010, la extensión mundial de bosques primarios (o sea bosques que se han cambiado poco) se redujo en más de 400 000 km², superficie que supera la de Zimbabwe (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010).

América del Sur y África siguieron registrando la mayor pérdida neta de bosques entre 2000 y 2010. Oceanía también reportó la pérdida neta de bosques, mientras que se estima que en 2010 la extensión forestal de América Central y del Norte (considerada como una sola región) sigue siendo prácticamente la misma que en 2000. Por otra parte en la actualidad más del 12% de las tierras está cubierto por áreas protegidas, de casi la mitad (44%) de las ecorregiones terrestres, menos del 10% está protegido, y muchas de las áreas más críticas para la biodiversidad se encuentran fuera de las áreas protegidas (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010).

Las causas de extinción de plantas no se encuentran tan bien documentadas como las de algunos vertebrados, aunque se sabe que la fragmentación y pérdida de hábitat afecta

a muchas especies y que la recolecta ilegal con fines comerciales afecta directamente a varias familias de plantas. Esto sugiere que el tráfico puede ser un factor de extinción particularmente serio, al menos en algunas familias como *Cactaceae*, *Orchidaceae* y *Bromeliaceae* (Baena *et al*, 2008).

Entre los numerosos estudios científicos relacionados con la investigación de epifitas que han realizado países como México, Venezuela, Bolivia y Brasil, se pueden citar los siguientes:

El Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Regional Integrada de Alto Uruguai, realizó un estudio de la composición florística de las epifitas vasculares a lo largo del bosque de ribera del río Uruguai en Brasil. Las especies registradas fueron clasificadas en categorías sobre la base de la relación con el árbol huésped y en la misma posición. Se registraron 70 especies pertenecientes a 30 géneros y ocho familias. La mayoría de las especies se clasificaron como holoepiphyte. La mayor riqueza de especies se registró en las ramas primarias (Rogalski y Zanin, 2003).

Walker y Ataroff, 2002, realizaron una investigación donde colectaron todas las epifitas de 10 ramas de seis especies árboles en la selva nublada de La Mucuy, Parque Nacional Sierra Nevada, Mérida, Venezuela, entre 2300 y 2800 msnm. Las ramas fueron seccionadas en 65 trozos de aprox.1m, de las cuales se contó, colectó, secó en estufa y pesó todas las epifitas, agrupadas en 5 grupos morfofuncionales: bromeliáceas de hoja ancha (BHA), bromeliáceas de hoja fina (BHF), orquídeas+piperáceas (Orq/pip), helechos (Hel) y líquenes+musgos (Liq/mus). La biomasa de epifitas mostró una correlación positiva y significativa con la superficie de las secciones de rama. La biomasa viva de epifitas fue 1,7 veces la biomasa fotosintética de los forofitos. El análisis químico de la biomasa epifítica mostró una concentración de macronutrientes de: N 0,94%, P 0,16%, K 1,1%, Ca 0,59% y Mg 0,16%. Esto permitió estimar los siguientes montos para las epifitas a nivel de las ramas del sistema: N 101,2kg ha⁻¹, P 17,2kg ha⁻¹, K 118,5kg ha⁻¹, Ca 63,6kg ha⁻¹ y Mg 17,2kg ha⁻¹.

La Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana México, estudió la composición de epifitas de las familias *Bromeliaceae*, *Cactaceae* y *Orchidaceae* mediante muestreos realizados durante los meses de noviembre de 2005 a julio de 2006. Las áreas de estudio fueron una natural protegida, con vegetación de selva

baja caducifolia (área 1) y una zona perturbada con actividad agropecuaria (área 2). Se obtuvieron 1.752 registros de plantas epífitas pertenecientes a 3 familias, 5 géneros y 10 especies. El género mejor representado fue *Tillandsia*, de la familia Bromeliaceae, con seis especies distribuidas en las dos localidades y representadas en ambas localidades. Los dos sitios presentaron similares índices de diversidad. El principal uso que tiene las epífitas en la zona muestreada es ornamental y sólo una de ellas es comestible *Hylocereus undatus* (Alanís *et al*, 2007).

El Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad de Carabobo, Venezuela, caracterizaron la asociación de mosquitos y otros invertebrados sobre bromelias del Parque Nacional San Esteban del Estado Carabobo, Venezuela. Se estudiaron 18 plantas de *Aechmea fendleri* (11) y *Hohenbergia stellata* (7) durante las épocas lluvia (Septiembre 2004) y sequía (Marzo 2005). Fueron colectados un total de 2020 macroinvertebrados. Los taxa más importantes fueron las Familias Chironomidae (43%), Culicidae (25%) y Chaoboridae (6%) del Orden Diptera, y Scyrtidae (5%) del Orden Coleoptera. En Culicidae las especies más abundantes fueron: *Culex consolador* (31%), *Cx. neglectus* (27%) y *Wyeomyia celaenocephala* (17%). La mayor abundancia y riqueza se encontró en la época de sequía, con el aumento de diversidad en Culicidae. La diversidad y equitabilidad de macroinvertebrados fue mayor *H. stellata*, pero similares entre estaciones para las comunidades de *A. fendleri* y *H. stellata* (Liria, 2007).

Se realizó un estudio sobre la diversidad de epífitas vasculares en el bosque natural y barbechos adyacentes de hasta 15 años en tres localidades diferentes en los Yungas de Bolivia - en bosque piedemonte en el Parque Nacional Madidi (350 m), en bosque submontano cerca de Sapecho (500-1.200 m) y en bosque montano en el Parque Nacional Cotapata (1.500-2.200 m). Aproximadamente 530 especies de epífitas (25 familias, 113 géneros) fueron registradas. Las orquídeas fueron la familia más importante en lo que se refiere a números de especies, seguida por los helechos. El pico máximo de diversidad de epífitas vasculares a altitudes intermedias postulada previamente fue confirmado. Los barbechos tenían 60-70% menos especies que el bosque natural adyacente. El número de especies de orquídeas, bromeliáceas, *Hymenophyllaceae* y *Grammitidaceae* era mucho más bajo en barbechos que en el bosque primario, pero la riqueza era similar de aráceas hemiepífitas, Polypodiaceae y Aspleniaceae. La reducción de diversidad de especies de epífitas en barbechos puede explicarse por las

características estructurales y la joven edad de los árboles, la falta de una capa de musgos densa y el microclima más seco en este tipo de vegetación (Krömer *et al*, 2007).

Martínez *et al*, 2008, realizaron un estudio sobre la estratificación vertical y las preferencias de hospedero de epífitas vasculares en un bosque nublado montano bajo. El experimento se desarrolló en una parcela de una hectárea 0.0625 donde 41 árboles de ≥ 10 cm DAP se tomaron muestras durante 12 meses en 2001 y 2002. Se encontró 43 especies de epífitas creciendo en 15 géneros de árboles. Se evaluaron los estratos verticales y las preferencias de hospedero utilizando 19 taxones de epífitas. Se encontró una fuerte evidencia de que las epífitas divide la copa, pero las especies epífitas dispersados por animales eran generalistas con respecto a los hospederos y estratos verticales. El viento dispersa las epífitas estratificadas verticalmente, por ello se encontró una mayor riqueza en los estratos de árboles más bajos. En promedio, las epífitas prefirieron 3,5 especies de huésped, lo que sugiere una preferencia baja; la mayoría de epífitas prefirieron dos especies de huésped, *Ardisia* y *Quercus*. Estos resultados muestran que las epífitas dividen el dosel horizontalmente y se estratificaron verticalmente, lo que sugiere que la identidad del huésped podría ser importante para determinar la abundancia de sitios de colonización por epífitas.

El Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas de la Universidad de Los Andes, Venezuela y Centro Jardín, evaluaron el desempeño y potencial de restauración ecológica de un grupo de especies de selva nublada andina, luego de siete años de trasplante a un bosque secundario del Jardín Botánico de Mérida. Las especies seleccionadas fueron: *Peperomia rhombea* (Piperaceae), *Pleurothallis cardiantha*, *Maxillaria miniata* (Orchidaceae), *Elaphoglossum nigrocostatum* (Lomariopsidaceae), *Cyathea caracasana* (Cyatheaceae) y *Chamaedorea pinnatifrons* (Arecaceae). Los resultados indican que la variación en la respuesta hídrica se relaciona con estrategias particulares de cada especie y en menor cuantía con la sensibilidad a las condiciones del bosque secundario. Todas las especies trasplantadas produjeron propágulos y los patrones fenológicos de las especies introducidas están perfectamente sincronizados con los de sus homólogos de la selva nublada. No se encontró correlación entre el comportamiento hídrico y fenológico, pues este depende más del tamaño de la planta o de la disponibilidad de luz. Se discuten las posibilidades de éxito de las especies en un programa de restauración de selvas nubladas (Bali *et al*, 2010).

El Laboratorio de Ecología de Interacciones Bióticas, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo México, estudiaron la composición y estructura de epífitas en tres diferentes estadios sucesionales: temprano, intermedio y bosque maduro. En cada parcela de sucesión, se registró la diversidad de epífitas considerando diferentes atributos de la planta hospedera como variables asociadas a la incidencia de epífitas. Se encontró una mayor riqueza de epífitas en estadios de sucesión intermedia y bosque maduro, y mayor abundancia en estadios de bosque maduro principalmente sobre especies arbóreas en ramas secundarias. La similitud de especies de epífitas entre los sitios de sucesión fue del 42%. Se encontraron cinco diferentes patrones de producción de flores a lo largo de dos años. En conclusión, se encontró que existen atributos de la planta hospedera que están asociados con la preferencia del establecimiento de epífitas y una asociación con los estadios de sucesión vegetal y la estructura y composición de epífitas (Cuevas y Vega, 2012).

5.2 Situación Nacional

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), en Colombia la fragmentación y pérdida de biodiversidad, arroja cifras alarmantes; en el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM *et al.* 2007) reporta que en la actualidad persisten cerca de un 68.7% de ecosistemas que pueden ser considerados aún como naturales. Por su parte los ecosistemas transformados representan alrededor del 31,3% de la extensión continental y costera nacional. Otras cifras, muestran que la transformación de los ecosistemas del país puede alcanzar entre el 41 y el 52%, mientras que el área no transformada puede estar entre el 48 y 59%. Regionalmente es posible apreciar que el Caribe y los Andes, incluidos los valles interandinos, presentan los niveles de mayor intervención.

Tendencias más recientes y dramáticas de cambio muestran un preocupante desmonte de los bosques húmedos de selva baja especialmente en el Amazonas y en el Pacífico (Etter *et al.* 2008). El Instituto Alexander von Humboldt (IAvH) y el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional, muestran que la transformación y fragmentación de ecosistemas son principalmente debidas a actividades agropecuarias.

En términos generales para Colombia, el desarrollo de actividades de tipo productivo o el establecimiento y erradicación de cultivos ilícitos, pueden ser consideradas aún como los factores más importantes asociados con la destrucción y cambio en las coberturas vegetales naturales de los ecosistemas terrestres, en especial en algunas zonas críticas (MAVDT, 2009).

En el tema de los impactos de los hidrocarburos sobre la biodiversidad, en tiempos recientes se han presentado situaciones que ameritan atención. Actualmente los retos de armonización, no se refieren únicamente a la exclusión de algunas zonas sensibles de la actividad petrolera, como los que han adelantado entre la Agencia Nacional de Hidrocarburos y la Unidad de Parques Nacionales, sino que apuntan hacia la necesidad de la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en los extensos territorios actualmente sometidos a exploración y explotación del petróleo (MAVDT, 2009).

En cuanto a la explotación de productos maderables, cabe mencionar el estudio de Tecniforest Ltda. que estableció para 1999 que el 85% de la madera de mercado provenía de bosques naturales, mientras que solo un 13% provenía de bosques plantados. Igualmente se estableció que el 45% de la madera para los aserríos nacionales provenía de la región pacífica. El Informe sobre el Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente de la Contraloría General de la República (2008) menciona que más del 50% de las corporaciones autónomas regionales identifican la explotación forestal como la actividad ilegal que más afecta sus áreas protegidas (MAVDT, 2009).

Otras actividades de explotación no sostenible desarrolladas en Colombia se evidencian en el país en casos como la extracción de orquídeas ornamentales con fines de cultivo o exportación, que ha sido la causa de la desaparición de numerosas poblaciones silvestres de varias especies; e incluso de la extinción en vida silvestre de algunas de ellas. Actualmente se estima que un 10.5 % de las orquídeas del país (de unas 3500 especies) presentan algún nivel de riesgo de extinción, debido a la destrucción de los bosques y de forma directa a su extracción excesiva con fines comerciales (MAVDT, 2009).

En Colombia los estudios científicos realizados en epífitas son pocos. En San Francisco Cundinamarca, se realizó un estudio sobre la composición y distribución de epífitas

vasculares en árboles dentro del bosque y aislados en potreros, en tres cotas altitudinales entre 2150 y 2800 metros. Se hallaron 56 especies de 30 géneros y 12 familias. De las cuales *Polypodiaceae*, *Orchidaceae* y *Bromeliaceae* con el mayor número de especies (37), son las más comunes en los bosques y en los árboles aislados en potreros (Linares, 1999).

El departamento de biología de la Universidad Nacional de Colombia, realizaron el estudio epífitas vasculares como indicadores de regeneración en bosques intervenidos de la Amazonía colombiana. El propósito fue comparar cómo varía la distribución y composición de epífitas vasculares en tres bosques intervenidos con diferentes tiempos de recuperación y comprobar si estos factores pueden ser indicadores del estado de regeneración. Se seleccionaron tres rastrojos o chagras abandonadas con 12, 18 y 22 años de edad cerca de la ciudad de Leticia departamento del Amazonas. En los tres rastrojos fue evidente la dominancia de *Monstera obliqua* (*Araceae*) que constituyó más del 80% de la cobertura epífita de todo el muestreo. El rastrojo más joven presentó una alta cobertura y un alto índice de diversidad, mientras que en los rastrojos más viejos estos valores disminuyeron drásticamente, lo que sugiere que en los estados de regeneración más avanzados hay un menor establecimiento de epífitas en los estratos bajos por cambios en las condiciones del entorno, tales como la baja incidencia lumínica (Triana *et al*, 2003).

El Laboratorio de Botánica y Sistemática de la Universidad de Los Andes y el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, estudiaron la composición y la diversidad de epífitas vasculares en cuatro tipos de bosque de la cuenca de Puerto Abeja, región sur oriental del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, Guayana colombiana. Se registraron 1110 árboles, de los cuales sólo 406 albergaban epífitas. La proporción de forofitos fue mayor en los bosques tierra firme (TF) y rebalse (R). Se encontraron 2015 individuos de epífitas vasculares pertenecientes a 183 especies, 71 géneros y 27 familias (157 especies y 20 familias son angiospermas y las restantes pteridófitas). Por otro lado, *Orchidaceae* y *Dryopteridaceae* siempre estuvieron entre las familias más importantes en todos los bosques, mientras que *Araceae*, *Bromeliaceae*, *Clusiaceae*, *Grammitidaceae*, *Hymenophyllaceae* y *Polypodiaceae* tuvieron una importancia significativa sólo en algunos de los bosques. De todas las especies de

epífitas encontradas, 117 (63,2%) estuvieron presentes en sólo uno de los bosques, mientras que 68 (36,8%) en dos o más bosques (Arévalo y Betancur, 2004).

La Corporación Flora de Caldas. realizó la caracterización de la flora vascular de la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco, ubicada al nororiente del municipio de Manizales, sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central colombiana, entre los 2150 y 3700 m, con un área aproximada de 4932 ha. Se registraron 340 especies (210 Magnoliopsida, 67 Pteridophyta y 63 Liliopsida) distribuidas en 98 familias (68, 17 y 13 respectivamente) y 199 géneros (134, 36 y 29 respectivamente). *Orchidaceae* y *Asteraceae*, presentan el mayor número de especies y géneros. De igual forma *Polypodiaceae* y *Lomariopsidaceae* son las familias más diversas del grupo Pteridophyta. *Miconia*, *Elaphoglossum*, *Piper* y *Asplenium* fueron los géneros con mayor número de especies. Nueve taxones presentan categorías de riesgo a la extinción, dos en estado crítico (CR), tres vulnerables (VU), y cuatro con categoría en peligro (EN) (Sanín *et al*, 2006).

El Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia evaluaron algunas características morfológicas para seis especies de bromelias fitotelmatas (*Guzmania gloriosa*, *Racinaea tetrantha*, *Tillandsia biflora*, *T. complanata*, *T. fendleri* y *T. turneri*) con el fin de establecer cuales características podrían utilizarse como estimadores indirectos de la biomasa total de la planta. Los resultados obtenidos pueden servir de base para desarrollar métodos alternativos que permitan estimar la biomasa de las bromelias sin que sea necesario extraer las plantas de su medio natural. Estas consideraciones son bastante importantes para su conservación, pues se ha observado que la epífitas pueden incrementar rápidamente su abundancia en corto tiempo después de la colonización inicial, mientras que su incremento en biomasa es un proceso mucho más lento. Además, requieren de la presencia de forófitos maduros para que se establezcan comunidades epífitas complejas Biomasa y bromelias fitotelmatas (Isaza y Betancur, 2009).

La Universidad Nacional de Colombia analizó el efecto de los patrones del paisaje sobre la diversidad de orquídeas de bosques nublados del Valle del Cauca. Se seleccionaron seis reservas comunitarias; tres dispuestas en la Cordillera Occidental COCC y tres la Cordillera Central CCN, relictos de diferente tamaño, entre 9 a 231 Ha, rodeados con dos

tipos de cobertura diferente, Regeneración y tres Pastura. Se registró información de 11.127 individuos, 136 especies y 39 morfoespecies (concepto basado solamente en características morfológicas, sin considerar ningún otro factor biológico) distribuidas en 36 géneros, para una densidad de 30.908 plantas/ha. Se reportaron 16 especies endémicas y la *Dracula andreettae* (Luer) Luer como vulnerable (categorizada UICN-VU-D2). En términos de densidad la COCC presento un valor muy superior (4.84 vs 1.3 ind. /m²); en la CCN, este valor es mayor en las localidades de Dapa (6.7 ind. /m²) y Yotoco (5.3 ind. /m²). Las cordilleras comparten el 53% de géneros (19 géneros), siendo exclusivos para la COCC solo el 27.7% (10 géneros) (Parra, 2012).

6. Área de estudio

6.1 Aspectos geográficos y climáticos

El municipio de Aguazul se encuentra en las estribaciones de la cordillera oriental, en la zona de transición con las sabanas, el denominado piedemonte llanero, el cual comprende el borde Este de la cordillera oriental y el límite Oeste de la cuenca de los llanos orientales. Cuenta con tres fuentes hídricas principales: los ríos Cusiana, Únete y Charte. Posee tres tipos de paisajes principales, montaña, piedemonte y sabana. Limita al norte con los municipios de Pajarito (Boyacá) y Recetor (Casanare), al sur con Tauramena y Maní (Casanare), al oriente con la capital del departamento, Yopal, y al occidente con Tauramena y Recetor (Casanare) (Alcaldía Aguazul, 2013).

Este municipio presenta diversos ecosistemas representativos de los diferentes paisajes que lo conforman, similares a los que se encuentran a todo lo largo de la región de la Orinoquía. La cobertura vegetal del suelo en el área del municipio, corresponde básicamente a tres tipos: húmedo premontano, húmedo tropical y de vega.

La investigación se realizó en el predio el Danubio, vereda el Triunfo, municipio de Aguazul en el departamento de Casanare, el cual se encuentra localizado en las coordenadas 1.164.666 m E; 1.075.259 m N (Anexo A). Tiene una altitud de 650 m.s.n.m y está ubicado en el piedemonte bajo de la vertiente Oriental de la Cordillera Oriental, a 22 Km en línea recta del Casco urbano de Yopal y a 13 Km del casco urbano de Aguazul (IDEAM, 2007).

La reserva y específicamente el área donde se realizó la resiembra de las epifitas a rescatar de la “Línea de transporte de Gas Cupiagua-Cusiana” se encuentra enmarcada en inmediaciones del río Unete y ocupa una franja de bosque de galería, los cuales corresponden a bosques maduros o secundarios que se encuentran a la orilla de los ríos cuya principal función es la de protección, presentan un ancho mínimo de 20 m y máximo de 60 m.

Para la descripción climática del área, se utilizó información meteorológica actualizada desde la fecha de instalación de la estación hasta el 2007, obtenida de los registros del IDEAM.

6.1.1 Precipitación

Las precipitaciones en la zona son el resultado de un fenómeno de origen local originado por la presencia de montañas, valles y cañones, los vientos sobre secas las laderas localizadas a sotavento, creando otras áreas húmedas en las laderas y valles a barlovento, por lo cual se pueden encontrar variaciones microclimáticas localizadas en la zona de estudio.

Las precipitaciones más bajas presentan valores anuales de 2.100 mm y las más altas ocurren hacia el occidente, en el piedemonte, en donde llegan a los 3.500 mm al año. De esta manera, los valores de precipitación media anual en la región oscilan entre los 2.100 y los 3.500 mm al año.

La distribución temporal de las lluvias es de tipo monomodal; es decir que se presenta un período de verano y un período de lluvias durante el año. El período de verano comprende los meses de diciembre a marzo, siendo enero el mes más seco con una precipitación media para la región de 8,1 mm; durante este período la precipitación representa un 7,5% del total de las lluvias anuales. El período de invierno abarca los meses de abril a noviembre con precipitaciones que para la zona alcanzan en promedio los 387,75 mm en el mes de junio, valor que lo cataloga como el mes más lluvioso del año; durante este período las lluvias representan el 92,5% del total anual, que corresponde a 2.474 mm.

6.1.2 Temperatura

El régimen de la temperatura del aire está determinado por la ubicación geográfica y las características fisiográficas de la zona. Para el área de estudio, por encontrarse ubicada en la zona ecuatorial, las variaciones de la temperatura a lo largo del año no son significativas, como sí lo son durante el día y noche.

La temperatura del aire es un carácter climatológico muy importante por su influencia en los factores hidrológicos de la región. A lo largo del año la temperatura manifiesta un comportamiento cíclico, que se caracteriza por ser inverso al de la precipitación, es decir durante los meses más secos la temperatura aumenta y disminuye hacia mediados del año, cuando la precipitación tiene los valores más altos. Los valores más altos de la temperatura media mensual se registran en los meses de febrero y marzo, alcanzando los 28,2°C en el mes de febrero para la estación Fundo Nuevo Huma; mientras que los valores más bajos se presentan en julio y agosto, con valores hasta de 24,2°C, registrados en la estación Huerta La Grande. La temperatura media que registran las estaciones en estudio es de 25,7°C al año

6.1.3 Humedad Relativa

La relación entre la presión del vapor de agua en el aire y la presión de vapor de agua en el aire saturado, en condiciones constantes de temperatura y presión atmosférica, se denomina humedad relativa. Este parámetro representa el porcentaje de vapor efectivamente presente en comparación con la saturación en las condiciones de temperatura y presión existentes. La humedad, junto con la temperatura y la luz, desempeñan un papel importante en la regulación de las actividades de los organismos y en la limitación de su distribución. Para el área de estudio se registra una fluctuación media mensual entre el 63,0% y 85,3% de humedad con un valor promedio del 77,5 %.

6.1.4 Brillo solar

Con la aparición de las temporadas húmedas la nubosidad se hace más abundante y las horas de brillo solar disminuyen; así, los menores registros se presentan en las épocas de invierno durante los meses de mayo a junio, y por lo tanto las horas de brillo solar aumentan con la llegada de las temporadas secas hasta presentar los registros más altos durante los meses de diciembre a febrero. El mes con menor intensidad de brillo solar es mayo con un promedio de 69,2 horas, lo que conduce a un promedio diario de 2,30 horas, el cual coincide con la mayor intensidad de lluvias presentadas en el año. De igual manera, el comportamiento del brillo solar es directamente proporcional a la temperatura e inversamente proporcional a la nubosidad.

7. Metodología

7.1 Determinación de la población objeto de estudio

La zona de la cual se realizó el rescate de epífitas y en la cual la industria de hidrocarburos realiza sus trabajos, se denomina derecho de vía que corresponde a una franja de terreno pública o privada donde atraviesan ductos que transportan petróleo, sus derivados o gas.

En este sitio se realizó un inventario de epífitas, identificando 4822 individuos distribuidos en 62 especies. De esta población fueron rescatados 1190 individuos, seleccionando para la siembra y monitoreo el 10% de ésta población, es decir 119 individuos. Al 90% de la población restante se les realizó labores de mantenimiento y fueron monitoreados cada seis meses, con el fin de reportar el porcentaje de mortalidad ante la Dirección de Bosques y Ecosistemas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) (Anexo A).

Los criterios de selección para el rescate de las plantas epífitas fueron los siguientes:

Estado fitosanitario: Se realizó una inspección de los individuos rescatados, dando preferencia a ejemplares que no se encontraban afectados por enfermedades y plagas que pudieran interferir en el desarrollo e impedirían su adaptación en los nuevos hospederos.

Estado vegetativo: Se dio prioridad en el rescate a individuos juveniles y adultos, descartando los que se encontraban en la etapa de senescencia.

Representatividad: Cuando se observó un fórofito con una especie de epífita dominante y su cobertura era superior al 50% del hospedero, se limitó el rescate a un 60% de los individuos de esta especie debido a que casi siempre los casos donde esto ocurre, la especie dominante es monocarpica (plantas que florecen y fructifican solo una vez) razón por la cual se dio prioridad de rescate a los individuos juveniles con las mejores condiciones para el establecimiento en el lugar de siembra.

Al implementar una medida de conservación ecológica como el rescate, lo que se pretende es obtener una buena representatividad de la especie rescatada con una alta variabilidad genética, que permita el establecimiento del epifitismo y la dispersión natural de estas especies en la zona donde se van a sembrar, debido a esto los casos donde se presentó cobertura superior al 50% del fórofito se seleccionó el 50 % de la totalidad de los individuos, los cuales tenían las mejores condiciones fitosanitarias para ser rescatados.

7.2 Criterios de selección del área de traslado

Para el proceso de reubicación definitiva, se estableció como premisa que los hospederos fueran las mismas especies iniciales o que los hospederos presentaran las mismas características de superficie de la corteza (preferiblemente rugosa), se descartaron hospederos que presentaban resinas en su corteza. En la reserva el Danubio se localizaron y georeferenciaron 150 forófitos mayores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y con alturas que oscilan entre 4 y 35 metros, de los cuales se seleccionaron 138 árboles para realizar la siembra.

Para seleccionar el sitio de trasplante, este debió cumplir con los siguientes requisitos:

1. Cobertura de bosque nativo lo suficientemente extensa para instalar epifitario y propiciar una reproducción natural.
2. Presencia de epifitas nativas que evidencien las posibilidades del establecimiento epífito en la zona.
3. Presencia de cuerpos de agua durante todo el año en las cercanías inmediatas para riego constante de las plantas.
4. Accesibilidad del sitio que permita el traslado de las epifitas en el vehículo y su posterior monitoreo.
5. Contar con un cerramiento apropiado para evitar el ingreso de animales.

7.3 Recolección y siembra de individuos seleccionados

Para la reubicación definitiva de las epífitas se delimitó un área de 0,43 hectáreas dentro del predio el Danubio, al momento de la siembra se realizó un tratamiento antiestres a las plantas rescatadas, sumergiéndolas en una solución de agua con hormona en una dosis de 40 gotas de hormonagro ANA en 20 litros de agua, durante cinco minutos. Posteriormente se ubicaron de 3 a 4 individuos por cada fórofito seleccionados con anterioridad, buscando siempre corteza rugosa para proporcionar una mayor adherencia de la planta y ubicando cada individuo en las intersecciones de las ramas principales o en sitios de las ramas que facilitarían la sujeción de los ejemplares al hospedero. Se tuvo la precaución que las ramas en las que se colocaron las plantas epífitas no recibieran sol directo durante todo el día (Anexo A).

Para quiches y orquídeas (familias *Bromeliaceae* y *Orchidaceae*) y en general para epífitas vasculares, los individuos se recolectaron con el sistema radical lo más completo posible, sin que fueran desprendidos del sustrato (rama, tronco, raíz). El desprendimiento de las raíces se realizó manualmente tratando de causar el menor impacto posible sobre su sistema radical, para lo cual la planta se sujetó por su base para lograr un desprendimiento del hospedero y así mantener su integridad al momento de su separación.

El amarre se hizo con cintas de power net y se les asignó el mismo número de registro de siembra para su identificación. Se diligenció un registro de siembra, en el cual se reportaron datos de nivel de luminosidad, especie de forófito donde fue sembrada, parte del forófito donde se sembró, georeferenciación dentro de la reserva y número de registro.

Con el fin de garantizar el adecuado crecimiento de los individuos, una vez ubicados en los forófitos se realizaron labores de mantenimiento permanentes durante todos los meses, estas labores permitieron disminuir al mínimo el porcentaje de mortalidad del material vegetal rescatado y sembrado. Las labores realizadas fueron las siguientes:

Riego: desde el inicio del proceso de siembra se realizaron riegos de acuerdo a las necesidades de las plantas y acorde con la temporada de lluvias que se presentaron en la zona durante gran parte de la implementación del proyecto. Se aseguraba un suministro de agua con un intervalo de dos días, considerando aquellos días en los que había lluvias.

Fertilización: se realizaron constantemente y de acuerdo con los requerimientos nutricionales de las epifitas, labores de fertilización con orquiabono, un fertilizante de mantenimiento que contiene elementos mayores en concentraciones 18-21-12 y elementos menores. La aplicación de este fertilizante se realizó mediante bomba de aspersión manual con una disolución en agua usando 10 gramos por galón.

Poda: se hizo poda en los individuos que presentaron estructuras con Herbivoría, pseudobulbos en estado de pudrición y poda de raíces viejas.

7.4 Monitoreo y análisis de la información

Se realizaron monitoreos trimestrales, en los cuales se registró información sobre el número de hojas que presentó el individuo, número de flores, número de frutos, porcentaje de mortalidad, herbivoría y entomofauna asociada.

Las epifitas no son elementos ideales para estudios ecológicos cuantitativos, en parte porque su hábitat y forma de distribución no son apropiados para muchos de los métodos que comúnmente son usados para el análisis de datos de las especies terrestres. La comparación ideal puede ser realizada entre las mismas especies y tamaños de forófitos en diferentes localidades por la estrecha relación que se presenta entre especies epifitas y sus forófitos (Sudgen y Robins, 1979). Otra razón por la que los métodos estadísticos no se potencian en el presente estudio es el reducido número de individuos trasladados. En trabajos realizados por Nieder *et al.*(2000), solo arrojaron resultados estadísticamente significativos aquellos análisis realizados con las especies que presentaron más de doce individuos. Sin embargo, el análisis de las variables se realizó mediante estadística

descriptiva, lo cual permitió conocer el comportamiento de los individuos trasladados en su nuevo ambiente.

8. Resultados y Discusión

8.1 Representatividad general

En el inventario realizado en el derecho de vía se identificó un total de 4822 individuos correspondiente a 62 especies, de las cuales la mayor representatividad está dada por las especies *Tillandsia fasciculata* Sw. y *Tillandsia recurvata* (L.) L. pertenecientes a la familia *Bromeliaceae.*, seguida por *Encyclia cordigera* (H.B. & K.) Dressler de la familia *Orchidaceae* y *Monstera spruceana* (Schott) Engl. familia *Araceae* (Tabla 2).

Tabla 2. Representatividad de especies en la zona de derecho de vía.

ESPECIE	No INDIVIDUOS	PORCENTAJE (%)
<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.	946	19,61
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	825	17,1
<i>Encyclia cordigera</i> (H.B. & K.) Dressler	492	10,2
<i>Monstera spruceana</i> (Schott) Engl.	242	5,01

En cuanto a la distribución de las familias correspondientes a las especies trasladadas en la reserva el Danubio, la familia *Orchidaceae* es la mejor representada con 27 especies pertinentes a 14 géneros para un 83% del total de la muestra trasladada, seguido de la familia *Bromeliaceae* estuvo representada en un 15% con siete especies de las cuales seis corresponden al género *Tillandsia* y una al género *Aechmea*, finalmente la familia *Cactaceae* es quien presenta la menor representatividad con tan solo el 1,68% (Figura 1)

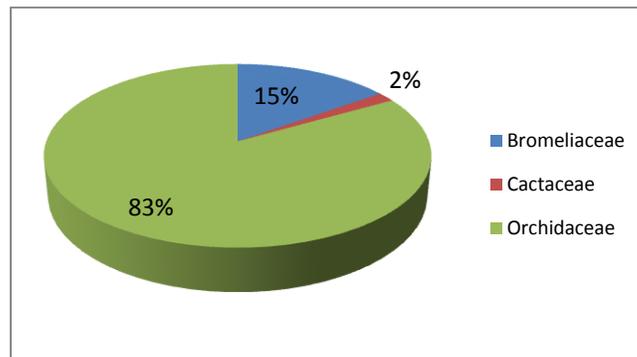


Figura 1. Distribución porcentual de géneros de las especies trasladadas a la reserva el Danubio.

Los 138 fórofitos en los cuales se sembraron las plantas epífitas rescatadas, se distribuyeron en 23 familias, de las cuales los árboles de la familia *Fabaceae*, *Melastomataceae*, *Anacardiaceae* y *Rubiaceae*, representaron el mayor número de árboles para la siembra (Figura 2). Esto se debe a que en el momento de realizar el inventario de epífitas y fórofitos en el zona de derecho de vía, se registró la preferencia por los forófitos y la distribución dentro de los mismos, teniendo en cuenta, el nivel de exposición a la luz, además de la ubicación en fuste, copa externa, media o interna. Lo cual permitió simular las condiciones naturales dentro de los sitios de reubicación proporcionando una mejor adaptación del individuo. Otras familias representativas fueron las familias *Bixaceae* y *Fabaceae*, siendo ésta ultima la más diversa en cuanto a especies.

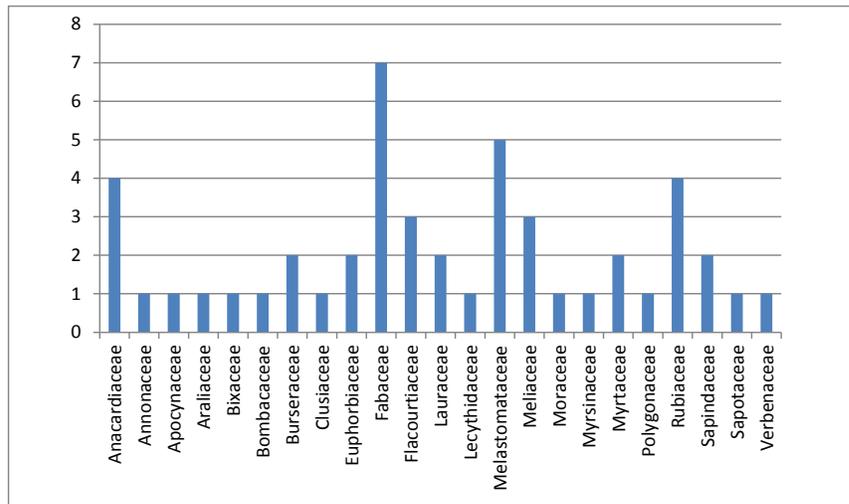


Figura 2. Número de especies de forófitos distribuidos por familias.

Cabe resaltar que de acuerdo con Benzing (1990) es posible que en un área geográfica delimitada, una epífita o un grupo de epifitas muestren una marcada preferencia por un grupo particular de árboles, pues son los que más benefician su establecimiento y posterior desarrollo. Según este planteamiento se explicaría la afinidad o especificidad de algunas especies epifitas sobre algunas especies de hospederos que fue encontrada al momento de realizar los inventarios correspondientes.

8.2 Análisis de las variables

8.2.1 Número de hojas

En la figura tres se puede observar el número de hojas desarrolladas durante los tres monitoreos para cada una de las familias evaluadas. La familia *Bromeliaceae* fue la que presentó el mayor desarrollo foliar en los tres monitoreos, incrementándose en el segundo y tercero con valores de 35,06 y 36,33% respectivamente, entre las especies con mayor presencia de hojas se encuentran *Tillandsia juncea*, *Tillandsia rhomboidea* y *Tillandsia balbisiana* y la especie con menor número de hojas fue *Aechmea* sp.1.

Seguidamente la familia *Orchidaceae* presentó un menor número de hojas para un 7,6% en el primer monitoreo, 10,97 % en el segundo y 11,35% en el tercero, registrándose un aumento en el segundo y tercero, entre las especies con mayor formación de hojas se encontraron *Dichaea brachypoda*, *Epidendrum strobiliferum*, *Maxilaria bolivarense*, *Caularthron bicornutum* y *Dimerandra emarginata*; las especies *Catasetum callosum*, *Caularthron bicornutum*, *Galeandra cf. Minax*, *Polystachya foliosa*, *Scaphyglottis lívida*, *Epidendrum coronatum* y *Trichocentrum carthagenense*, presentaron bajo número de hojas y en algunos casos ninguna formación. Hay que tener en cuenta que algunas de éstas especies como *Epidendrum coronatum* y *Trichocentrum carthagenense* presentan hojas suculentas y de gran tamaño, lo cual podría interferir en la velocidad de crecimiento. En cuanto a la especie *Epiphyllum phyllanthus* de la familia *Cactaceae*, presentó un aumento progresivo en los tres monitoreos con valores de 6, 7,5 y 9,5 % respectivamente.

Cabe señalar que en los grupos con mayor número de especies epífitas como las orquídeas y las bromelias, es común encontrar varias adaptaciones a la sequía como: succulencia, tanques para la captación de agua, fotosíntesis CAM, cutículas impermeables y tricomas foliares especializados para la absorción de agua y nutrientes (Bezing, 1990). Si bien el hábito epífito presenta ciertas ventajas como las mencionadas anteriormente, también presenta limitantes o factores de estrés, como la disponibilidad de agua, luz, humedad, temperatura, entre otras, cuya variación tienen que ser toleradas por estas plantas (Griffiths y Maxwell, 1999). Nótese que las tres familias evaluadas presentaron un aumento en la formación de hojas, lo cual puede estar relacionado con las variaciones climáticas durante la realización de los monitoreos, tales como el incremento de lluvias para los meses de julio y octubre, meses en los cuales se realizaron el segundo y tercer monitoreo, así como fluctuaciones en temperatura, humedad relativa y brillo solar, incrementándose éste último en los meses de julio y octubre (Anexo 4). Además es importante mencionar que el nivel de radiación es el factor ecológico que más afecta el crecimiento de las plantas, las cuales responden a diferentes niveles de radiación solar que reciben mediante adaptaciones genéticas y aclimatación fenotípica; por ejemplo, hojas sometidas a condiciones de sombra pueden tener una menor capacidad fotosintética y respiración nocturna por unidad de área, así como una menor capacidad de transporte de electrones que hojas aclimatadas a la luz (Lambers *et al*, 1998).

Teniendo en cuenta que las epífitas evaluadas provienen de un trasplante y cambio de hábitat, durante el primer monitoreo la adaptación a su nuevo medio aún es reciente y es posible que la generación de estrés influya en el desarrollo vegetativo, esto asociado a que el mes de abril cuando se realizó dicho monitoreo, se presentó menor pluviosidad por lo tanto los individuos pudieron estar expuestos a un estrés hídrico, el cual no solo puede causar daños a corto plazo en la fisiología de las epífitas, si no que puede forzar también a que éstas eliminen sus hojas y con ello la capacidad de hacer fotosíntesis.

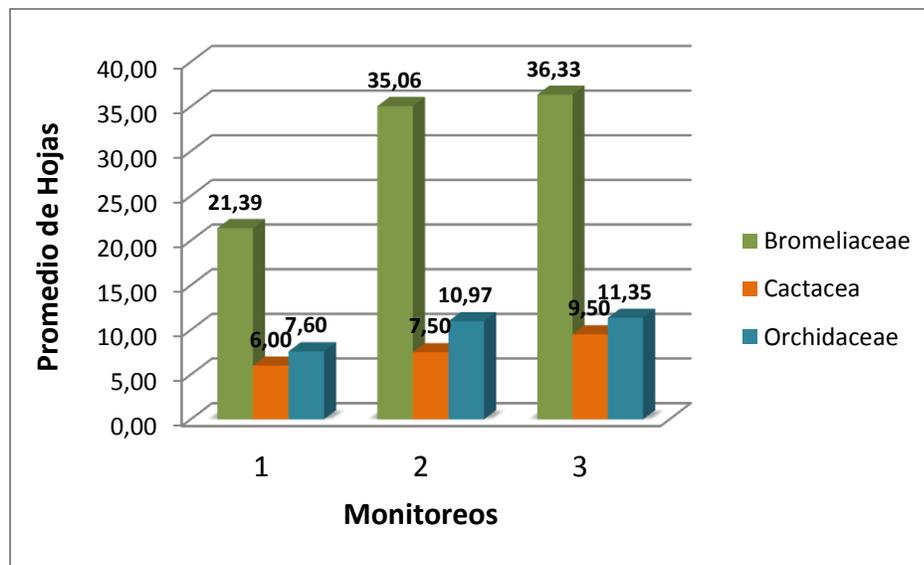


Figura 3. Número de hojas promedio para las tres familias evaluadas durante los tres monitoreos.

8.2.2 Floración

En la familia *Bromeliaceae* y *Cactaceae* no se registró floración para ninguno de los tres monitoreos; en el caso de la familia *Orchidaceae* la floración fue baja, presentando un ligero incremento en el tercer monitoreo con un valor de 0,25% (Figura 4), entre las especies que presentaron floración durante el estudio se encuentran *Encyclia cordigera* (1), *Encyclia leucantha* (1), *Trizeuxis falcata* (6), *Catasetum* sp.2 (1), *Pleurothallis* sp.1 (1)

y *Polystachya foliosa* (11). Este comportamiento de la floración podría estar relacionado con las fluctuaciones climáticas y el estrés generado al momento del transplante, esto sin contar con las épocas de floración de las especies como tal, que en algunos casos puede tardar años. Shoko, 2001 menciona que la periodicidad de los eventos fenológicos tienen un importante efecto sobre la sobrevivencia y el éxito reproductivo de la planta. Esta periodicidad está no sólo determinada por condiciones abióticas tales como la temperatura y la humedad, si no, también por factores bióticos incluyendo la competencia interespecífica, interacciones con otros organismos, como los herbívoros, polinizadores, los dispersores de semilla y la competencia interespecífica por diversos recursos.

La familia *Orchidaceae* la cual presentó el mayor porcentaje de floración refleja el comportamiento de la mayoría de las orquídeas tropicales que florecen a finales de invierno, época en la cual se realizó este monitoreo y en la cual se registró un incremento de la pluviosidad en el área de estudio. La precipitación es un parámetro crucial con una gran influencia en las dinámicas de las comunidades de epífitas. La lluvia es el factor que mejor se correlaciona con la riqueza de especies epífitas (Küper *et al.* 2004, Cardelús *et al.* 2006), en comparación a otros factores como la temperatura, la intensidad lumínica en el dosel y la riqueza de especies de los árboles hospederos.

Según McIntosh, 2002, la iniciación de la floración está muy relacionada con los patrones de lluvia diferidos a través del año, considerando con ello que las plantas han evolucionado para florecer en parte en respuesta a diferentes períodos de lluvia. La producción de flores está limitada por el crecimiento del meristemo y éste a su vez está limitado por el agua, por lo cual se da la relación entre patrones de lluvia local y floración.

Por otro lado la bioquímica propia de la especie también interfiere en la variedad de respuestas de las plantas a los cambios ambientales, pues se ha reportado la inducción a la etapa reproductiva en especies de bromelias de los géneros *Guzmania*, *Aechmea*, *Neoregelia* y *Anana*, por la aplicación de gas acetileno y carbonato de calcio, los cuales en contacto con el agua reaccionan liberando etileno, que en pequeñas cantidades induce la floración y en cantidades grande la inhibe (Dukovski *et al*, 2006).

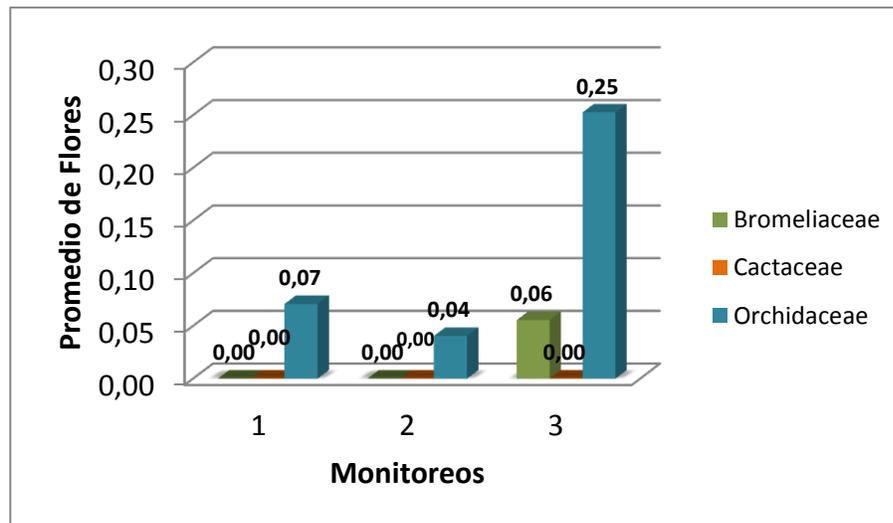


Figura 4. Número de flores promedio para las tres familias evaluadas durante los tres monitoreos.

8.2.3 Fructificación

De manera similar a la floración fue el comportamiento de la fructificación para las tres familias evaluadas. En la figura cinco se observa que para la familia *Bromeliaceae* y *Cactaceae* no se registró fructificación en ninguno de los tres monitoreos realizados, en cuanto a la familia *Orchidaceae* la fructificación fue baja arrojando valores de 0,15% para el primer monitoreo, 0,20% en el segundo siendo éste el porcentaje más elevado y finalmente para el tercer monitoreo se registró una disminución de 0,02%.

Entre las especies que presentaron fructificación durante el período de evaluación se encuentran *Dichaea brachypoda* (1), *Pleurothallis* sp.1 (5), *Prostecchia chacaoensis* (3), *Scaphyglottis bidentata* (5), *Scaphyglottis lívida* (3), *Encyclia cordigera* (3), *Maxilaria bolivarense* (15) y *Polystachya* sp.1 (2). Como se ha venido discutiendo las condiciones abióticas influyen drásticamente en el ciclo vegetativo y productivo de las epífitas. El mes julio cuando se realizó el segundo monitoreo, fue uno de los más lluviosos, la temperatura disminuyó levemente y la humedad relativa fue más alta que en el primer y tercer monitoreo (Anexo A), estas condiciones pudieron favorecer la fructificación en

éstas especies, además las condiciones de estrés a la que estuvieron sometidos los individuos pudo influenciar las respuestas bioquímicas y fisiológicas de las plantas reflejándose en un mecanismo de sobrevivencia, sin embargo la baja fructificación podría ser consecuencia de la baja floración, dado que el cambio de hábitat implica un cambio también en la entomofauna y por ende en la polinización.

De acuerdo con Van Dulmen, 2001, la fenología de la floración puede tener como consecuencia competencia por polinizadores o facilitar procesos en los que varias especies de plantas mantienen una población de polinizadores. Igualmente el epífitismo ha desarrollado adaptaciones que están relacionadas con los síndromes de polinización, así mismo la capacidad reproductiva expresada como la generación de colores, formas y recompensas (fragancias, polen, néctar, aceites) que favorecen la polinización por animales entre ellos colibríes, palomillas nocturnas, abejas, murciélagos, insectos entre otros (Krömer, 2007). De esta manera, es frecuente encontrar entre las epífitas de los bosques tropicales sistemas de polinización especializados y posibles relaciones coevolutivas con algunos grupos de polinizadores

Poco se sabe de los sistemas de cruzamiento en epífitas. La mayoría de estudios de este tipo se han desarrollado en orquídeas. Dentro de las bromelias la segunda familia con mayor número de especies epífitas, solamente se tiene conocimiento de alguna fase de su biología reproductiva, de aproximadamente el 15% de especies epífitas y sólo en el 0,2% se conoce el patrón de floración, el síndrome de polinización y el sistema de cruzamiento que presentan.

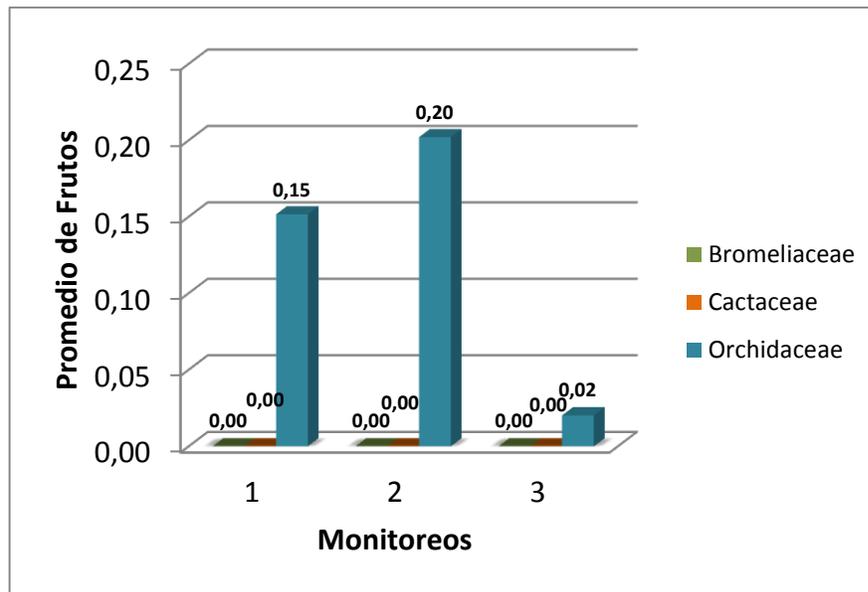


Figura 5. Número de frutos promedio para las tres familias evaluadas durante los tres monitoreos.

8.2.4 Mortalidad

Como se observa en la figura seis, los porcentajes de mortalidad de individuos para cada una de las familias evaluadas fueron bajos durante las tres evaluaciones realizadas. La Familia *Cactaceae* no presentó mortalidad alguna, entre tanto la familia *Orchidaceae* sólo presentó un 2,02% al final del estudio, y la familia *Bromeliaceae* registró un 5,56% de mortalidad, constante durante los tres monitoreos. Lo anterior indicaría que a corto plazo las especies de epífitas vasculares trasladadas a su nuevo hábitat, presentaron una adecuada adaptación morfofisiológica y que la habilitación de la zona fue la indicada, así como la selección de fóforitos en los cuales se realizó la siembra. Cabe resaltar que porcentajes de mortalidad tan bajos podrían indicar una alta afinidad de la epífita con las características de arquitectura, follaje y corteza del huésped. De acuerdo con Aguilar, *et al* 2007, la afinidad entre algunas especies y el fóforito puede inducir cambios anatómicos como formación de súber de reacción y de sustancias fenólicas, como barrera química al establecimiento de enfermedades y promotor de crecimiento de raíces de las epífitas. De igual manera la dinámica de las cortezas de las especies de fóforitos ejerce una

influencia en la dinámica de las poblaciones de epífitas en la naturaleza (Zotz y Schmidt, 2006).

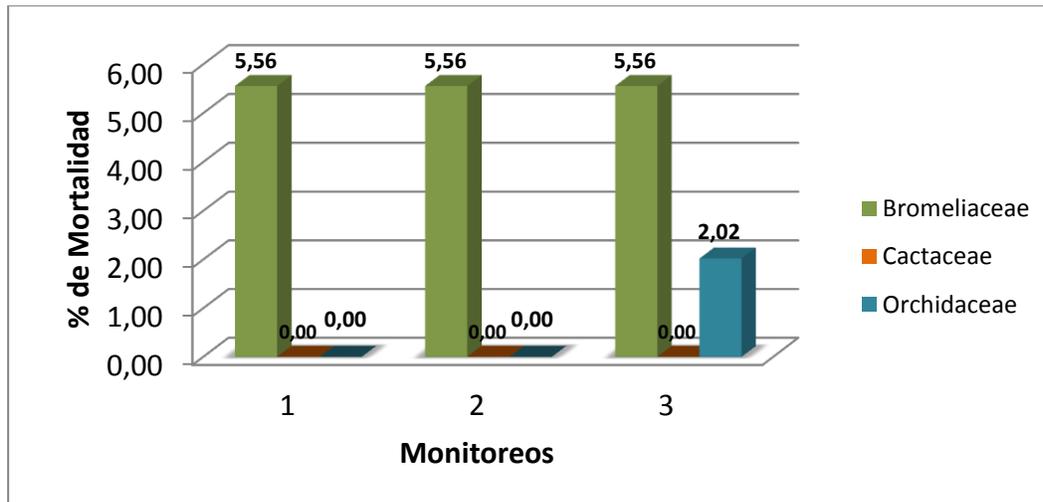


Figura 6. Porcentaje de mortalidad para las tres familias evaluadas durante los tres monitoreos.

8.2.5 Herbivoría

Los porcentajes relacionados con herbivoría fueron bajos, la familia *Orchidaceae* presentó en el primer monitoreo un porcentaje de 1,01%, 0,09% en el segundo y 0,06% en la tercera evaluación. Las especies que presentaron herbivoría durante las tres evaluaciones fueron *Scaphyglottis bidentata* (1), *Aechmea* sp.1 (1), *Camaridium ochroleucum* (1), *Catasetum callosum* (4), *Catasetum* sp.2 (1), *Encyclia cordigera* (1), *Epidendrum strobiliferum* (1), *Maxiliaria bolivarensis* (1), *Polystachya* sp.1(1), *Prostechea* sp. 1 (1), *Trichocentrum carthagenense* (1), *Caularthron bicornutum* (1), *Dichaea brachypoda* (1) y *Prostechea fragans* (1). En cuanto a la familia *Bromeliaceae* sólo se presentó en el segundo monitoreo un 0,11% de herbivoría para la especie *Tillandsia rhomboidea*, mientras que la familia *Cactaceae* no registró ninguna especie (Figura 7). A pesar de que los porcentajes de herbivoría no son altos en el primer monitoreo para la

familia *Orchidaceae*, cabe anotar que éste se presentó en el mes de abril cuya pluviosidad fue baja y la temperatura relativamente más alta (25,78°C) respecto a los meses de julio y octubre cuando se realizaron los monitoreos restantes (Anexo A). Esta fluctuación en el clima pudo influir en el comportamiento de algunos insectos ocasionando daños en ciertas especies. Cabe mencionar que al igual que otros organismos vivos, los insectos son capaces de sobrevivir únicamente dentro de ciertos límites marcados por factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa o el fotoperiodo. Dentro de este rango, estos factores influyen a su vez sobre el nivel de respuesta de actividades tales como la alimentación, la dispersión, la puesta o el desarrollo. De todos los factores ambientales, el que ejerce un efecto mayor sobre el desarrollo de los insectos es, probablemente, la temperatura. Ello es debido principalmente a su importante incidencia sobre los procesos bioquímicos, al ser organismos poiquiloterms, es decir, "de sangre fría". (Wagner *et al.*, 1984).

Otro factor importante que podría influenciar los bajos porcentajes de herbivoría está dado por las estrategias que las plantas han desarrollado para defenderse de ésta interacción, mientras los herbívoros han desarrollado diferentes estrategias para contrarrestar la defensa de las plantas. Por otro lado, la herbivoría pueden beneficiar a las comunidades de plantas, ya que al disminuir el número de individuos de una especie, permiten el establecimiento de otras especies en la comunidad. Siendo los herbívoros en algunos casos promotores de la biodiversidad (Hernández, 2005).

En cuanto a condiciones nutricionales este puede ser también un factor importante que podría influir en dichos niveles de herbivoría. Según Zotz y Hietz, 2001, los factores abióticos que afectan las poblaciones de epífitas han sido mucho más estudiados que las interacciones bióticas, tales como la competencia o la herbivoría. La evidencia señala que un bajo contenido de nutrientes tiende a resultar en niveles inferiores de herbivoría (Kursar y Coley 1991, Coley y Barone 1996), sin embargo estudios donde se han incluido análisis de herbivoría en epífitas muestran que el ataque por herbívoros en epífitas es comparable al ataque en plantas con raíces terrestres. Por ejemplo, los cálculos señalan que el 4.4% del área de las hojas de las plantas epífitas se pierde anualmente debido a la herbivoría (Schmidt y Zotz 2001).

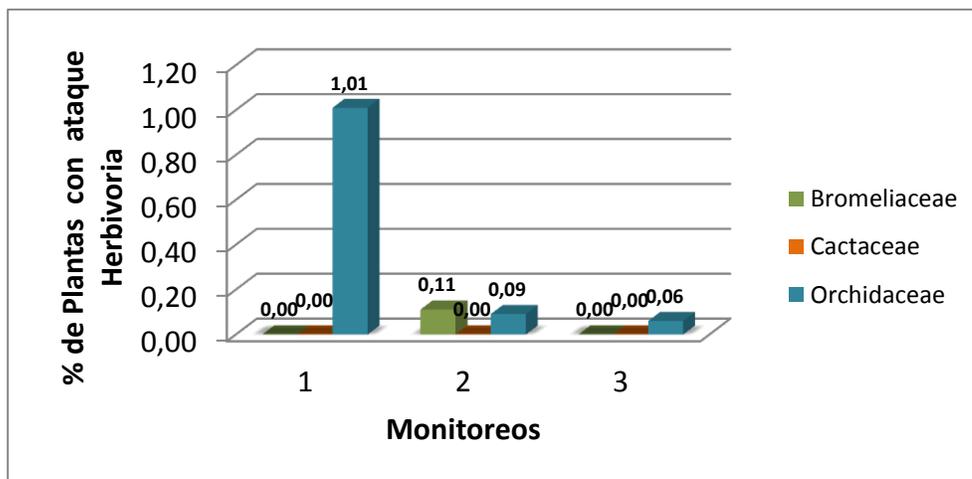


Figura 7. Porcentaje de plantas con ataque de herbivoría en los tres monitoreos.

8.2.6 Asociación de epífitas con insectos

La entomofauna estuvo presente a lo largo de las evaluaciones para las tres familias de epífitas (Figura 8). Los valores fluctuaron para cada uno de los monitoreos, es así como en el primero, la familia *Orchidaceae* presentó un porcentaje de plantas con insectos del 35,4%, seguido por la familia *Bromeliaceae* con 11,1%, mientras que los individuos pertenecientes a la familia *Cactaceae* no presentaron asociatividad. En el segundo monitoreo el porcentaje de plantas con insectos para la familia *Orchidaceae* disminuyó pasando de 35,4 a 21, 21%, contrario a los porcentajes relacionados con los individuos de las familias *Bromeliaceae* y *cactaceae*, cuyos valores se incrementaron a 38,89% y 50% respectivamente. Para el tercer monitoreo nuevamente se incrementa el porcentaje de plantas con insectos para la familia *Orchidaceae* con un valor de 50%, en cuanto a las familias *Bromeliaceae* y *cactaceae*, presentan un aumento en sus porcentajes con valores de 50 y 100% respectivamente.

Las fluctuaciones de las poblaciones de insectos asociadas a las plantas epífitas a lo largo de los monitoreos, puede estar relacionada como se mencionó anteriormente con factores ambientales, tales como la temperatura, la humedad relativa o el fotoperiodo. Siendo principalmente la temperatura la de mayor relevancia debido a que son

organismos poiquiloterms. En el análisis de las variables anteriores, se ha hecho énfasis en las variaciones climáticas en el área de estudio, tanto en precipitación, como en temperatura, humedad relativa y brillo solar, este factor abiótico podría haber influido no sólo en el desarrollo y crecimiento de las comunidades epífitas, si no en las poblaciones de entomofauna asociada a estas plantas, como se puede observar en la gráfica. Por otra parte, la estructura de la vegetación influye directamente en la entrada de mayor o menor luz, lo que incrementa o disminuye la temperatura máxima y esto crea diferencias considerables en los sitios de estudio (Becerril, 2012).

La entomofauna estuvo representada por insectos de los órdenes Formicidae, Chelicerata, Dermaptera, Blattaria, Hemiptera, Diptera, Orthoptera y larvas de Lepidoptera. Los mayores porcentajes de plantas asociadas con insectos para las tres familias se presentaron en el orden Formicidae, durante las tres evaluaciones, siendo la familia *Cactáceae* la de mayor asociación con un 100%, *Bromeliaceae* 18,52% y *Orchidaceae* 16,49%. Los individuos de las familias *Bromeliaceae* y *Orchidaceae* tuvieron una mayor asociatividad con el orden Chelicerata con porcentajes de 9,26% y 10,43% respectivamente, igualmente estas familias de epífitas tuvieron mayor presencia de insectos del orden Dermáptera con valores de 5,56 y 1,68%. El orden Blattaria estuvo representado en un 50% de individuos de la familia *Cactáceae* asociados a estos insectos, en menor valor se presentó la asociatividad con la familia *Bromeliaceae* para un 5,56%. En cuanto al orden Hemiptera el mayor porcentaje de plantas estuvo relacionado con la familia *Bromeliaceae* para un 11,11%. Las familias *Bromeliaceae* y *Orchidaceae* presentaron asociatividad con insectos del orden Diptera con un porcentaje de 11,11 y 7,4% respectivamente. El orden con menor representatividad fue Orthoptera con tan sólo un 2,35% de plantas de la familia *Orchidaceae*. Finalmente solo en las Familias *Bromeliaceae* y *Orchidaceae* se presentó asociatividad con larvas de Lepidóptera para un porcentaje de 5,56 y 5,05% respectivamente (Anexo C).

Los individuos correspondientes a las familias *Cactáceae* y *Bromeliaceae*, presentaron mayor asociatividad con la entomofauna de la zona de estudio. Cabe anotar que la forma de maceta en las bromelias mantienen reservas de agua durante todo el año, por lo que pueden sostener cadenas tróficas complejas que involucran varios tipos de organismos, como bacterias, algas, musgos, otras plantas vasculares, protozoos, hongos, invertebrados y algunos vertebrados. De esta asociación biótica las bromelias se

benefician porque pueden asimilar nutrientes provenientes de la descomposición de la hojarasca acumulada o de la muerte de los organismos asociados, mientras que los animales asociados usan la planta como refugio y el detritus acumulado les sirve como fuente de nutrientes (Ospina, 2004). Por otra parte el néctar segregado por los botones florales de algunas cactáceas genera una asociación significativa con algunas especies de hormigas, como por ejemplo el cactus *Neoraimondia arequipensis* subsp. *Roseiflora* con la hormiga *Camponotus* sp. Este néctar podría ser la recompensa que reciben las hormigas por la protección frente a los herbívoros (Novoa *et al*, 2003). Es importante mencionar que los formícidos se encuentran entre los organismos que dominan la tierra, con una biomasa del entorno del 10 al 15% del total de la biomasa animal en la mayoría de los ecosistemas (Holldobler y Wilson, 1990). El lugar que ocupan los formícidos en los ecosistemas es de gran importancia, interviniendo en el ciclo de nutrientes en la naturaleza, en el enriquecimiento de los suelos y en una gran diversidad de interacciones tróficas, tanto que se considera que el flujo de energía que pasa a través de ellas es superior al que pasa a través de los vertebrados endotérmicos que viven en el mismo hábitat (Jaisson, 2000).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se podría explicar los porcentajes de plantas asociadas a insectos durante las tres evaluaciones realizadas, ya que el microclima proporcionado por algunas epífitas, las variaciones de factores abióticos y estado fenológico, influyen directamente en éstas relaciones bióticas. Por otro lado estas asociaciones con la entomofauna sumado a la baja mortalidad evidencian una adecuada adaptación de las especies epífitas trasladadas a la zona de estudio.

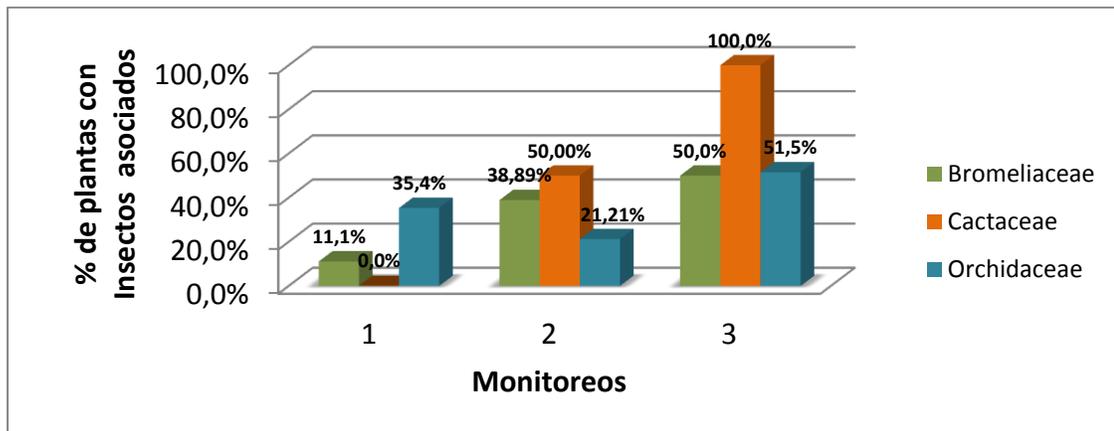


Figura 8. Porcentaje de plantas con insectos asociados en los tres monitoreos.

9. Conclusiones y recomendaciones

9.1 Conclusiones

- Según los resultados obtenidos en esta investigación es posible trasladar especies epífitas vasculares a nuevos hábitats naturales, siempre y cuando se determinen las especies de los árboles huésped con los cuales las epífitas tienen mayor afinidad, permitiendo un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Los bajos porcentajes de mortalidad indican, que es posible garantizar la sobrevivencia de especies epífitas vasculares una vez son trasladadas a un nuevo hábitat.
- La sobrevivencia de especies epífitas vasculares evidencia que la habilitación de la zona de estudio fue la indicada, así como la selección de fórofitos en los cuales se realizó la siembra, ya que presentaron una adecuada adaptación morfofisiológica.
- Las asociaciones entre plantas epífitas trasladadas y la entomofauna de la zona de estudio muestran una interacción positiva, lo cual se traduce en una apropiada adaptabilidad de dichas plantas a un nuevo hábitat.
- Las tres familias evaluadas *Cactaceae*, *Bromeliaceae* y *Orchidaceae* presentaron una alta asociatividad con el orden Formicidae, confirmando la relación existente entre epífitas y formícidos, principalmente cactáceas.

- Los bajos porcentajes de herbivoría podrían estar relacionados con el traslado como tal de las especies epífitas y el cambio de hábitat, ya que las interacciones con la macro y microfauna es relativamente reciente.
- Las condiciones climáticas de la zona son determinantes en el comportamiento fisiológico, fenológico y de interacción con la entomofauna de la zona de traslado.

9.2 Recomendaciones

- En casos donde la construcción de un oleoducto o de una megaobra es irremediable, el inventario y rescate de especies potencialmente amenazadas se vuelve insustituible, si se desea documentar y preservar la biota *Ex situ* o *In situ* para el futuro. Es así como el traslado de especies epífitas se convierte en una alternativa de revegetación del área afectada con fines de conservación para disminuir el impacto ambiental de la zona.
- Es necesario continuar realizando investigaciones relacionadas con el traslado de especies epífitas como un alternativa de revegetación, con el fin de estudiar a fondo las interacciones que se puedan presentar en el nuevo hábitat al que son sometidas, así como el desarrollo vegetativo, fenológico y reproductivo de estas especies.

ANEXOS

Anexo A: Inventarios y características de la zona de estudio

Individuos identificados en la zona de derecho de vía

ESPECIE	NUMERO DE INDIVIDUOS
<i>Aechmea longicuspis Baker</i>	2
<i>Apocynaceae sp.1</i>	2
<i>Apocynaceae sp.2</i>	1
<i>Araceae sp.1</i>	37
<i>Araceae sp.2</i>	2
<i>Bignoniaceae</i>	3
<i>Bromelia sp.</i>	2
<i>Catasetum ochraceum Lindl.</i>	289
<i>Catasetum tabulare Lind.</i>	20
<i>Cissus sp.</i>	1
<i>Costus sp.</i>	1
<i>Dimerandra elegans (Focke) Siegerist</i>	103
<i>Encyclia cordigera (H.B. & K.) Dressler</i>	492
<i>Epiphyllum sp.1</i>	13
<i>Gesneriaceae</i>	3
<i>Helecho sp.1</i>	20
<i>Helecho sp.10</i>	2
<i>Helecho sp.11</i>	2
<i>Helecho sp.2</i>	396
<i>Helecho sp.3</i>	22
<i>Helecho sp.4</i>	24
<i>Helecho sp.5</i>	12
<i>Helecho sp.6</i>	7
<i>Helecho sp.7</i>	3

ESPECIE	NUMERO DE INDIVIDUOS
<i>Helecho sp.8</i>	20
<i>Hylocereus sp.</i>	8
<i>Indeterminada</i>	3
<i>Maxillaria luteo-alba Lindl.</i>	4
<i>Monstera spruceana (Schott) Engl.</i>	242
<i>Oncidium cebolleta (Jacq.) Sw.</i>	52
<i>Oncidium luridum Lindl.</i>	20
<i>Orquidea sp.</i>	39
<i>Orquidea sp.1</i>	4
<i>Orquidea sp.2</i>	9
<i>Orquidea sp.3</i>	63
<i>Orquidea sp.4</i>	16
<i>Orquidea sp.5</i>	2
<i>Orquidea sp.6</i>	11
<i>Orquidea sp.7</i>	5
<i>Peperomia sp.1</i>	52
<i>Peperomia sp.2</i>	47
<i>Peperomia sp.3</i>	4
<i>Peperomia sp.4</i>	4
<i>Peperomia sp.5</i>	3
<i>Philodendron sp.</i>	242
<i>Pleurothallis sp.1</i>	64
<i>Pleurothallis sp.2</i>	210
<i>Polypodium sp.1</i>	50
<i>Polypodium sp.2</i>	76
<i>Polypodium sp.3</i>	106
<i>Rhipsalis sp.</i>	2
<i>Tillandsia balbisiana Schultes f.</i>	29
<i>Tillandsia fasciculata Sw.</i>	946
<i>Tillandsia recurvata (L.) L.</i>	825
<i>Tillandsia schultzei Harms</i>	7
<i>Tillandsia sp.</i>	15

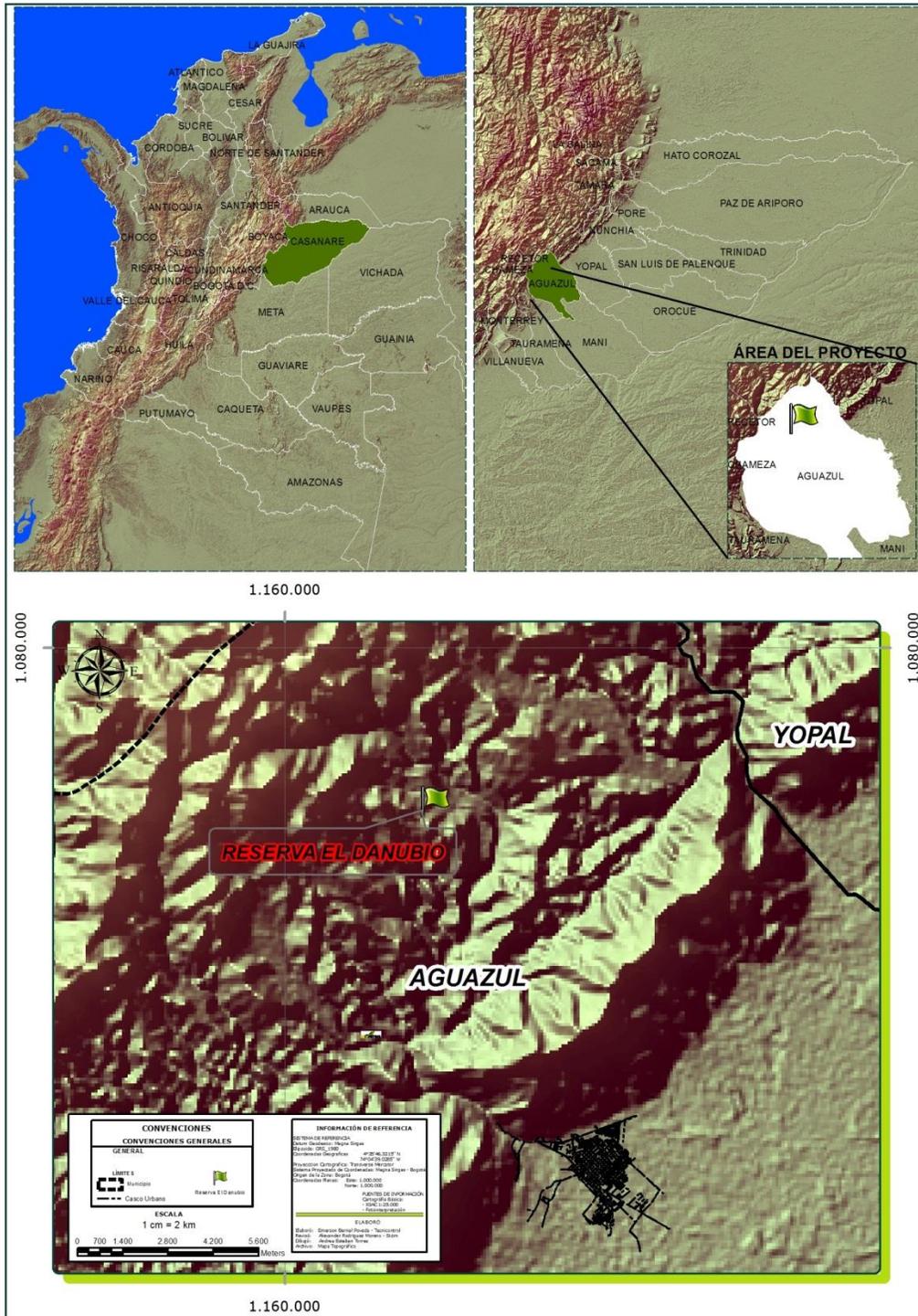
ESPECIE	NUMERO DE INDIVIDUOS
<i>Tillandsia sp.1</i>	48
<i>Tillandsia sp.2</i>	23
<i>Tillandsia sp.3</i>	2
<i>Tillandsia sp.4</i>	3
<i>Tillandsia sp.5</i>	5
<i>Vriesea heterandra</i> (AndrÚ) L.B. Smith.	102
Total general	4822

Población de estudio

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NUMERO DE LA MUESTRA
BROMELIACEAE	<i>Aechmea sp1</i>	2
	<i>Tillandsia balbisiana</i>	4
	<i>Tillandsia cf heterandra</i>	1
	<i>Tillandsia elongata</i>	4
	<i>Tillandsia flexuosa</i>	1
	<i>Tillandsia juncea</i>	2
	<i>Tillandsia rhomboidea</i>	4
	Subtotal	18
CACTACEAE	<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	2
	Subtotal	2
ORCHIDACEAE	<i>Camaridium ochroleucum</i>	4
	<i>Catasetum callosum</i>	4
	<i>Catasetum sp2</i>	4
	<i>Caularthron bicornutum</i>	4
	<i>Dichaea brachypoda</i>	4
	<i>Dimerandra emarginata</i>	4
	<i>Encyclia cordigera</i>	4
	<i>Encyclia leucantha</i>	4
	<i>Epidendrum coronatum</i>	1
	<i>Epidendrum leeanum</i>	4
	<i>Epidendrum sp1</i>	1
	<i>Epidendrum strobiliferum</i>	4
	<i>Galeandra cf minax</i>	4
	<i>Maxillaria bolivarensis</i>	4
	<i>Pleurothallis sp1</i>	4
	<i>Polystachya foliosa</i>	4
	<i>Polystachya sp1</i>	3
	<i>Prosthechea chacaoensis</i>	4
	<i>Prosthechea fragrans</i>	4
	<i>Prosthechea sp1</i>	4

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NUMERO DE LA MUESTRA
	<i>Scaphyglottis bidentata</i>	4
	<i>Scaphyglottis livida</i>	4
	<i>Specklinia endotrachys</i>	4
	<i>Trichocentrum carthagenense</i>	4
	<i>Trichocentrum cebolleta</i>	4
	<i>Trigonidium acuminatum</i>	4
	<i>Trizeuxis falcata</i>	2
	Subtotal	99
Total general	119	

Ubicación cartográfica del área de estudio



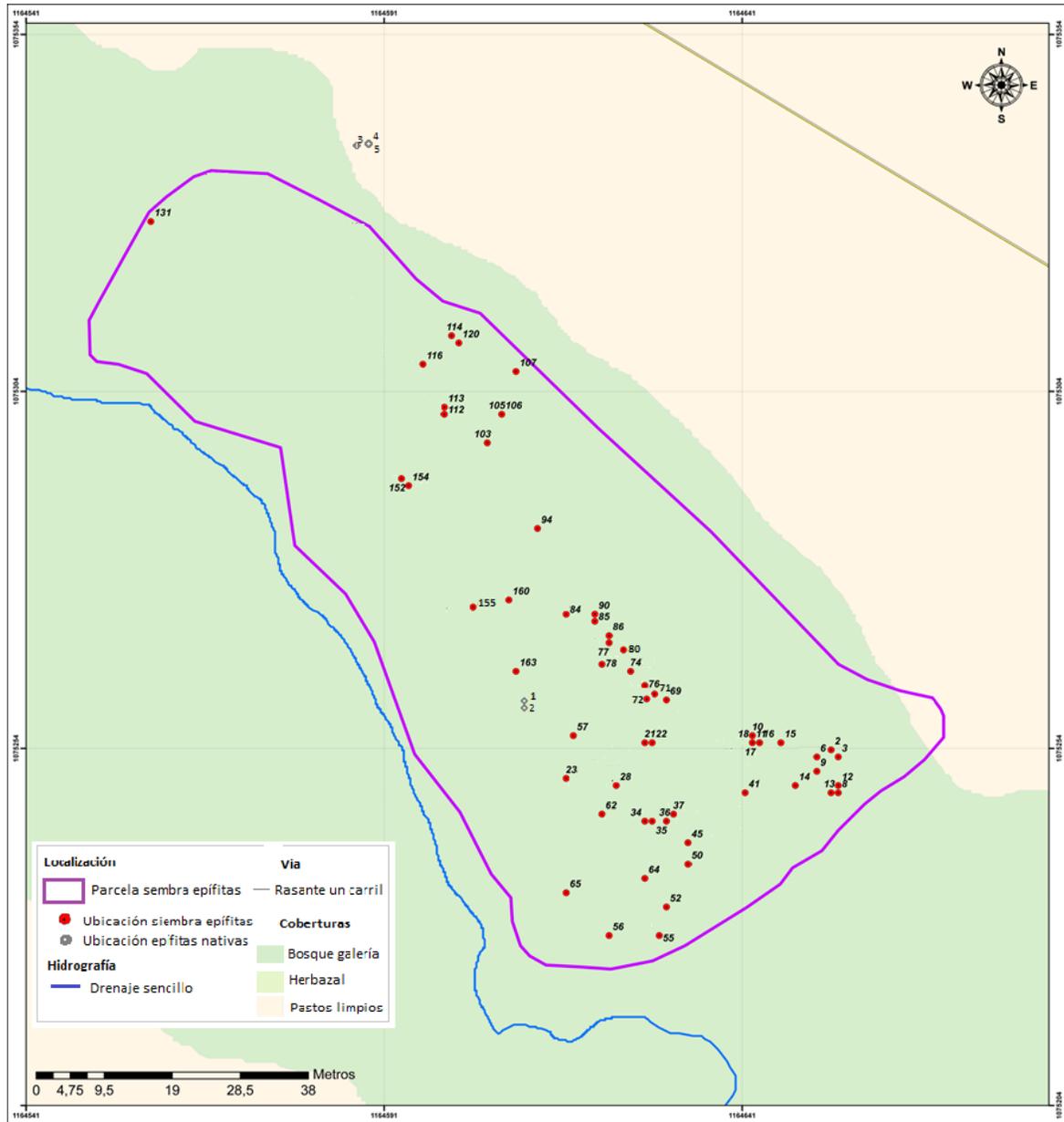
Ubicación geográfica de forófitos en la Reserva el Danubio

Código de forofito	Familia	Especie	Nombre comun	Coordenadas Oeste	Coordenadas Norte
2	Anacardiaceae	<i>Spondias</i> sp1	Jobo	1164653	1075254
3	Verbenaceae	<i>Vitex orinocensis</i>	Guarataro	1164654	1075253
6	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp1	Laurel	1164651	1075253
8	Salicaceae	<i>Casearia</i> sp1	Huesito	1164654	1075248
9	Annonaceae	<i>Guatteria duckeana</i>	Majagüillo negro	1164651	1075251
10	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp1	Laurel	1164642	1075256
11	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164642	1075255
12	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164654	1075249
13	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164653	1075248
14	Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i>	Onoto	1164648	1075249
15	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164646	1075255
16	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164643	1075255
17	Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i>	Onoto	1164642	1075255
18	Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i>	Onoto	1164640	1075255
21	Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i>	Onoto	1164627	1075255
22	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164628	1075255
23	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164616	1075250
28	Meliaceae	<i>Guarea</i> sp3	Trompillo	1164623	1075249
34	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp1	Laurel	1164627	1075244
35	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164628	1075244
37	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp1	Tuno	1164631	1075245

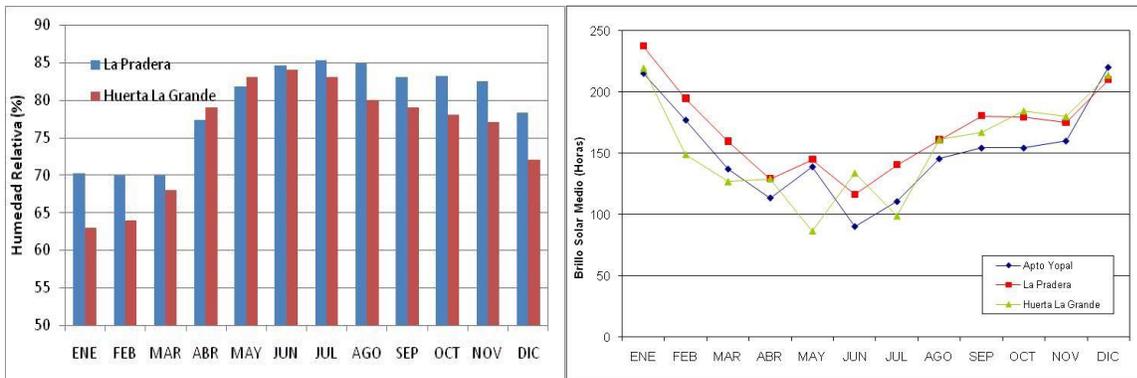
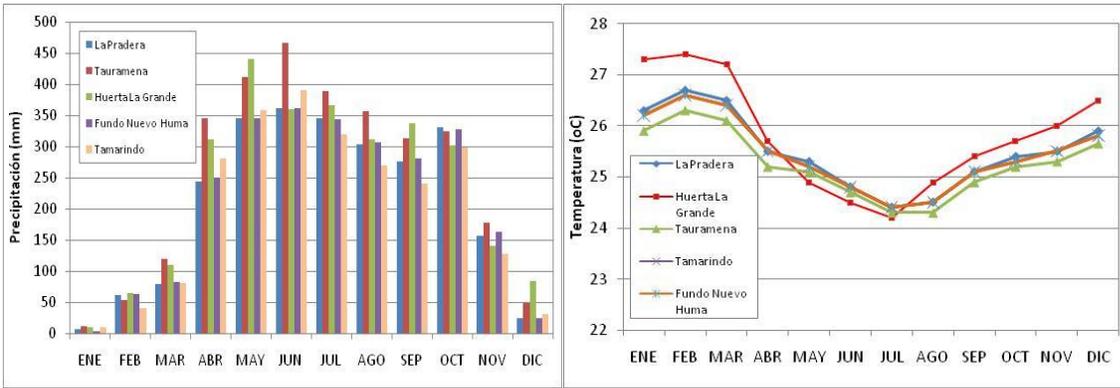
Código de forofito	Familia	Especie	Nombre comun	Coordenadas Oeste	Coordenadas Norte
	ae				
41	Primulaceae	<i>Myrsine</i> sp1	Cucharo	1164641	1075248
45	Fabaceae	<i>Inga</i> sp2	Guamo	1164633	1075241
50	Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	Limoncillo	1164633	1075238
52	Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp1	Cafeto de monte	1164630	1075232
55	Melastomataceae	<i>Clidemia</i> sp1	Amaine	1164629	1075228
56	Mimosaceae	<i>Zygia</i> sp1	Chispero	1164622	1075228
57	Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i>	Onoto	1164617	1075256
62	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>dolichorrhyncha</i>	Tuno amarillo	1164621	1075245
64	Fabaceae	<i>Brownea</i> cf <i>negrensis</i>	Palocruz	1164627	1075236
65	Verbenaceae	<i>Vitex orinocensis</i>	Guarataro	1164616	1075234
69	Sapotaceae	<i>Manilkara</i> sp1	Lechero	1164630	1075261
71	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp2	Arrayán	1164624	1075267
72	Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	Yagrumo	1164624	1075268
73	Malvaceae	<i>Pachira</i> cf <i>speciosa</i>	Cacao de monte	1164625	1075265
74	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Varasanta	1164626	1075265
Código de forofito	Familia	Especie	Nombre comun	Coordenadas f Oeste	Coordenadas f Norte
76	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Varasanta	1164627	1075262
77	Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp1	Cargadero	1164620	1075269
78	Salicaceae	<i>Banara</i> sp1	Varablanca	1164621	1075266
80	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Varasanta	1164624	1075268
84	Rubiaceae	<i>Warszewiczia coccinea</i>	Crestegallo	1164616	1175273
85	Fabaceae	<i>Clitoria</i> cf <i>arborea</i>	Palocruz	1164620	1075272

Código de forofito	Familia	Especie	Nombre comun	Coordenadas Oeste	Coordenadas Norte
86	Meliaceae	<i>Guarea</i> sp2	Calentano	1164622	1075270
90	Hypericaceae	<i>Vismea</i> sp1	Corazoncillo	1164620	1075273
94	Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i> sp1		1164612	1075285
103	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164605	1075297
105	Rubiaceae	<i>Simira cordifolia</i>	Paraguatán	1164607	1075301
106	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164607	1075301
107	Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp1	Laurel	1164609	1075307
112	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164599	1075301
113	Melastomataceae	<i>Miconia</i> cf <i>micropetala</i>	Tuno negro	1164599	1075302
114	Rubiaceae	<i>Warszewiczia coccinea</i>	Crestegallo	1164600	1075312
116	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana</i> sp1	Jazmin de monte	1164596	1075308
131	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp1	Arrayán	1164558	1075328
152	Melastomataceae	<i>Acisanthera</i> sp1		1164593	1075292
154	Primulaceae	<i>Clavija</i> sp1	Clavija	1164594	1075291
155	Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	Hueso	1164603	1075273
160	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	Varasanta	1164608	1075275
163	Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp1	Drago	1164609	1075265
167	Verbenaceae	<i>Vitex orinocensis</i>	Guarataro	1164630	1075245
169	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Cara caro	1164608	1075294

Ubicación del área de siembra y los forófitos utilizados en el traslado de epífitas



Características climáticas del área de estudio.



Anexo B: Especies epífitas trasladadas en la zona de estudio

Familia *Orchidaceae*



Aschmenea sp.1



Camaridium ochroleucum



Catasetum callosum



Catasetum sp 2



Caularthron bicornutum



Dichaea brachypoda



Dimerandra emarginata



Encyclia cordigera



Encyclia leucantha



Epidendrum coronatum



Epidendrum leeanum



Epidendrum sp.1



Epidendrum strobelifirum



Epiphyllum phyllanthus



Galeandra cf. Minax



Maxililaria bolivarensis

Familia Cactaceae



Epiphyllum phyllanthus

Familia Bromeliaceae



Tillandsia juncea



Tillandsia balbisiana



Tillandsia flexuosa



Tillandsia cf heterandra



Tillandsia elongata

Tillandsia rhomboidea

Anexo B: Información estadística descriptiva

Promedios de las variables evaluadas para las tres familias en los tres monitoreos

Familia	Número de hojas		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	21,39	35,06	36,33
Cactacea	6,00	7,50	9,50
Orchidaceae	7,60	10,97	11,35
Familia	Numero de flores		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	0,00	0,00	0,06
Cactaceae	0,00	0,00	0,00
Orchidaceae	0,07	0,04	0,25
Familia	Número de frutos		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	0,00	0,00	0,00
Cactaceae	0,00	0,00	0,00
Orchidaceae	0,15	0,20	0,02
Familia	% Formicidae		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	11,11%	16,67%	27,78%
Cactaceae	0,00%	0,00%	100,00%
Orchidaceae	9,09%	14,14%	26,26%
Familia	% Chelicerata		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	5,56%	0,00%	22,22%
Cactaceae	0,00%	0,00%	0,00%
Orchidaceae	9,09%	4,04%	18,18%
Familia	% Dermaptera		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	5,56%	0,00%	0,00%
Cactaceae	0,00%	0,00%	0,00%
Orchidaceae	3,03%	1,01%	1,01%

Familia	Número de hojas		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Familia	% Blattaria		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	0,00%	5,56%	0,00%
Cactaceae	0,00%	50,00%	0,00%
Orchidaceae	2,02%	0,00%	1,01%
Familia	% Hemiptera		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	0,00%	11,11%	0,00%
Cactaceae	0,00%	0,00%	0,00%
Orchidaceae	6,06%	1,01%	3,03%
Familia	% Diptera		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	0,00%	0,00%	11,11%
Cactaceae	0,00%	0,00%	0,00%
Orchidaceae	5,05%	2,02%	15,15%
Familia	% Larvas de lepidoptera		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	0,00%	5,56%	0,00%
Cactaceae	0,00%	0,00%	0,00%
Orchidaceae	5,05%	0,00%	3,03%
Familia	% Orthoptera		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	0,00%	0,00	0,00%
Cactaceae	0,00%	0,00	0,00%
Orchidaceae	4,04%	0,00	1,01%
Familia	Insectos		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	11,1%	38,89%	50,0%
Cactaceae	0,0%	50,00%	100,0%
Orchidaceae	35,4%	21,21%	51,5%
Familia	% Mortalidad		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3

Familia	Número de hojas		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	5,56	5,56	5,56
Cactaceae	0,00	0,00	0,00
Orchidaceae	0,00	0,00	2,02
Familia	% Herbivoria		
	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Bromeliaceae	0,00	0,11	0,00
Cactaceae	0,00	0,00	0,00
Orchidaceae	1,01	0,09	0,06

Bibliografía

- Aguazul Casanare. Consejo Municipal. Acuerdo numero 006 (Marzo 1 de 2011). Por medio del cual se adopta la revisión y ajustes al esquema de ordenamiento territorial del municipio de Aguazul Casanare. Aguazul Casanare. 10p.
- Aguilar, Z. S. *et al.* (2007). Modificaciones en la corteza de *Prosopis laevigata* por el establecimiento de *Tillandsia recurvata*. Boletín de la Sociedad Botánica de México, Vol 81, pp 27-35.
- Alanís, J. L., *et al.* (2007). Aportes al conocimiento de las epífitas (Bromeliaceae, Cactaceae y Orchidaceae) en dos tipos de vegetación del Municipio de Pánuco, Veracruz, México. México. Revista UDO Agrícola, Vol 7, pp 160-174.
- Alcaldía de Aguazul Casanare. (2013, 15 de agosto). Hechos de Gobierno por Aguazul. http://aguazul-casanare.gov.co/informacion_general.shtml.
- Andrade, G. I. (2011). El río protegido. Nuevo concepto para la gestión de conservación de sistemas fluviales en Colombia. Gestión y Ambiente, Vol 13, pp 65-72.
- Arévalo, R. y Betancur, J. (2004). Diversidad de epífitas vasculares en cuatro bosques del sector suroriental de la serranía de Chiribiquete, Guayana Colombiana. Revista Caldasia Ecología, Vol 26, pp 359-380.
- Asociación Colombiana del Petróleo – ACP. (2011). Informe estadístico petrolero. Bogotá Colombia. 35p.
- Baena, M. L. *et al.* (2008). Extinción de especies. Capital natural de México. Conocimiento actual de la biodiversidad, Vol 1. pp. 263-282.

- Bali, F. E. *et al.* (2010). Respuesta hídrica y fenológica de epífitas y lantás de sotobosque de una selva nublada andina introducidas en un bosque secundario. *Revista ecotrópicos sociedad venezolana de ecología*, Vol 23, pp 1-17.
- Becerril, M. (2012). Importancia de la fauna asociada a una planta epífita (*Tillandsia polystachia*) en un bosque tropical caducifolio de México. *Herreriana Revista de Divulgación de la Ciencia*, Num 2, pp 9-12. ISSN 1870-6371.
- Benzing D. H. (1990). *Vascular epiphytes: General biology and related biota*. Cambridge University Press, New York. 354p.
- Benzing, D. H. (1998). Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of residents epiphytes. *Climatic change*, Vol. 39, Numbers 2-3, pp 519-540.
- Calao R. Jorge E. (2007). *Caracterización ambiental de la industria petrolera: tecnologías disponibles para la prevención y mitigación de impactos ambientales*. Trabajo de grado ingeniero de petróleos. Medellín.: Universidad Nacional de Colombia. 29p.
- Cardelús, C., Colwell, R. y Watkins, J. (2006). Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. *Journal of Ecology*, Vol 94, 144p.
- Ceja J. *et al.* (2008). Las plantas epífitas su diversidad e importancia. *Ciencia*, Vol 91, pp 34-41.
- Coley, P. y Barone, J. (1996). Herbivory and Plant Defenses in Tropical Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol 27, pp 305-335.
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 383. (23, de febrero de 2010). Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones. Bogotá D.C.: El Ministerio. 2p.

- Cuevas P. y Vega, J. I. (2012, julio). Cambios en la estructura, composición y fenología de plantas epífitas bajo diferentes estadios de sucesión vegetal en un bosque tropical seco. *Revista de la DES ciencias biológico agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, Vol 14, pp 37–44.
- Dukovski, D., Bernatzky, R. y Han, S. (2006). Flowering induction of *Guzmania* by ethylene. *Scientia horticultrae*, Vol 110, pp 104-108.
- Etter, A., Mcalpine, C. y Possingham, H. (2008). A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the American Association of Geographers*, Vol 98, pp 2-23.
- Fotosíntesis. (2012). Proyecto Oleoducto Bicentenario, guía ilustrada de las plantas epífitas del tramo Araguaney-Banadía. Bogotá Colombia. 116p. ISBN 978-958-57536-1-7.
- Gentry, H. y Dodson, C. H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Anales del Jardín Botánico de Missouri*, Vol 74, pp 205-233.
- Granados, D. *et al.* (2003). Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, diciembre, Vol. 9, Núm. 2, pp 101-111.
- Griffiths, H. y Maxwell, K. (1999). In memory of C.S. Pittendright: Does exposure in forest canopies relate to photoprotective strategies in epiphytic bromeliads?. *Revista Functional ecology*, Vol 13, pp 15-23.
- Guariguata M.R. y Kattan, G. H., (2002). *Ecología de bosques neotropicales*. Editorial Tecnológica, Costa Rica.
- Hernández, A. (2005) *Conceptos de depredación y herbivoría*. Centro de Investigaciones Tropicales Universidad Veracruzana.

- Holldobler, B. y Wilson, E. O. (1990). *The Ants*. Belknap Press of Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
- Hood, L. (2013, 15 de agosto). Biodiversidad hechos y cifras. SciDev.Net. Acercar la ciencia al desarrollo mediante noticias y análisis. <http://www.scidev.net/america-latina/biodiversidad/especial/biodiversidad-hechos-y-cifras.html>
- IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá D.C.
- Isaza, C. y Betancur, J. (2009). Relación entre la biomasa y algunas características morfológicas de las bromelias fitotelmatas de un bosque alto andino. *Revista Caldasia Botánica*, Vol 31, pp 1-7.
- Jaisson, P. (2000). *La Hormiga y el Sociobiólogo*. Fondo de Cultura Económica. 1ra. Ed. México.
- Krömer, T., Gradstein, S. R. y Acebey, A. (2007, abril). Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. *Revista ecología en Bolivia*, Vol 42, pp 23-33.
- Küper, W. *et al.* (2004). Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography*, Vol 31, pp 1477-1487.
- Kursar, T. y Coley, P. (1991). Nitrogen content and expansion rate of young leaves of rain forest species: implications for herbivory. *Biotropica*, Vol 23, pp 141-150.

- Lambers, H. F., Chappin III and Pons T. L. (1998). Plant physiological ecology. Espringer. New York. Estados Unidos.
- Linares, E. L. (1999, diciembre). Diversidad y distribución de las epifitas vasculares en un gradiente altitudinal en San Francisco Cundinamarca. Revista Academia Colombiana de Ciencia, Vol 23, pp 133-139, ISSN 0370-3908.
- Liria, J. (2007, agosto). Fauna fitotelmata en las bromelias *Aechmea fendleri* André y *Hohenbergia stellata* Schult del Parque Nacional San Esteban, Venezuela. Revista Perú. biol. Vol 14, pp 033- 038.
- Martínez, N., Pérez, M. A. y Flores, A. (2008, diciembre). Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epifitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. Revista de Biología Tropical (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744), Vol. 56, Num 4, pp 2069-2086.
- Mcintosh, M. E. (2002). Flowering fenology and reproductive output in two sister species of *Ferocatus* (Cactaceae). Plant ecology, Vol 159, pp 1-13.
- Medina, E. (1987). Aspectos ecofisiológicos de plantas CAM en los trópicos. Rev. Biol. Trop, Vol 35 (supl. 1), pp 55-70.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2009). Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, Dirección de Ecosistemas. 16p.
- Montana, C., Dirzo y Flores. (1989). Structural parasitism of an epiphytic bromeliad upon *Cercidium praecox* in an intertropical semiarid system. Biotropica, Vol 29, pp 517-521.
- Nieder, J., Engwald, S., Klawn, M. and Barthlott, W. (2000). Spatial Distribution of Vascular Epiphytes (Including Hemiepiphytes) in a Lowland Amazonian

RainForest (Surumoni crane plot) of Southern Venezuela. *Revista Biotropica*, Vol 32, pp 385-396.

Novoa S. *et al.* (2003). Relación entre la hormiga *Camponotus* sp. (Hymenoptera: Formicidae) y una comunidad de cactus (Cactaceae) en el valle del río Chillón. *Revista Ecol. Apl.*, Vol 2, pp 69-73.

Ospina, F. *et al.* (2004). Estructura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Baker (*Bromeliaceae*) en un bosque alto andino colombiano. *Revista Acta Zoológica Mexicana*, Vol 20, pp 153-166.

Parra, E. A. (2012). Efecto de los patrones del paisaje sobre la diversidad de orquídeas de bosques nublados del Valle del Cauca. Trabajo de grado maestro en ciencias biología. Bogotá Colombia.: Universidad Nacional de Colombia ciencias, departamento de biología,. VIIp.

PEDCTI - Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación de Casanare. (2012, diciembre). Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Gobernación de Casanare, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Primera edición, 54p. ISBN: 978-958-57775-0-7

Penagos, A. C. y Palacino, F. (2005). El “exclusivo” mundo de las epifitas. Cundinamarca Colombia, 2p.

PNUD - Programa de las Naciones Unidas: País Colombia. (2011). Proyecto fortalecimiento institucional y de política para incrementar la conservación de la biodiversidad en predios privados (PP) en Colombia. Bogotá Colombia. 8p.

Rangel, O. (2005). La biodiversidad de Colombia. Bogotá D.C, 292p.

- Rippstein, G. y Motta, F. (2001). Agroecología y biodiversidad de la sábana de los Llanos Orientales de Colombia. Publicación CIAT número 322. Cali Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. 302p. ISBN 958.691.033.0.
- Rogalski, J. M. y Zanin, E. M. (2003). Composição florística de epífitos vasculares no estreito de Augusto César, Floresta Estacional Decidual do Rio Uruguai, RS, Brasil. Brasil. Revista Brasileira de Botânica, Vol 26, num 4, pp 551-556.
- Sanchez, F., Martinez, M. y Mejía, C. (2005). La estructura económica actual del Casanare y posibilidades futuras de crecimiento y competitividad. Universidad de los andes. Bogotá Colombia. 9p. ISSN 1657-7191.
- Sanín, D. (2006). Catálogo preliminar de las plantas vasculares de la reserva forestal protectora "río blanco" Manizales Caldas Colombia. Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural, enero - diciembre, Vol 10, pp 19-44.
- Schmidt, G. y Zotz, G. (2001). Herbivory in the epiphyte, *Vriesea sanguinolenta* Cogn. & Marchal (Bromeliaceae). Journal of Tropical Ecology, Vol 16, pp 829-839.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). Perspectiva mundial sobre la diversidad Biológica 3. Montreal, 94p. ISBN-92-9225-220-8.
- Shoko, S. (2001). Phenological diversity in tropical forest. The society of population ecology and springer. Vol 43, pp 73-86.
- Sinclair, R. (1983). Water relations of tropical epiphytes. II. Performance during droughting. Journal of Experimental Botany, Vol 34, Num149, pp 1664-1675.
- Sudgen, A. M., Robins, R. J. (1979). Aspects of the Ecology of Vascular Epiphytes in Colombian Cloud Forest I: the Distribution of the Epiphytic Flora. Revista Biotropica, Vol 11, pp 173-188.

- Sutton, S. L., Whitmore, T. C. y Chadwich, A. C. (1983). Tropical rain forest: ecology and management. Oxford. British Ecological Society.
- Tecniforest- Ministerio del Medio Ambiente. (1999). Evaluación de la Oferta y la Demanda Nacional de Productos Forestales Maderables y No Maderable.
- Triana, L. A. (2003, noviembre). Epifitas vasculares como indicadores de regeneración en bosques intervenidos de la amazonía colombiana. Revista Acta Biológica Colombiana, Vol. 8 Num 2, 31p.
- Usma, J. S. y Trujillo, F. (2011). Biodiversidad del Casanare: ecosistemas Estratégicos del Departamento. Bogotá D.C. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. 286p.
- Van, A. (2001). Pollination and phenology of flowers in the canopy of two contrasting rain forest types in Amazonia, Colombia. Plant Ecology, Vol 153, pp 73-85.
- Wagner, T.L., *et al.* (1984). Modeling insect development rates: a literature review and application of a biophysical model. Anales de la Sociedad Entomológica de América, Vol 77, pp 208-225.
- Walker, R. y Ataroff, M. (2002). Biomasa epifita y su contenido de nutrientes en una selva nublada andina, Venezuela. Venezuela, Revista ecotropicos sociedad venezolana de ecología, Vol 15, pp 203-210.
- Zotz, G y Schmidt, G. (2006). Population decline in the epiphytic orchid *Aspasia principissa*. Biol Conserv, Vol 129, pp 82-90.
- Zotz, G. y Hietz, P. (2001). The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. Journal of Experimental Botany, Vol 52, 2067p.