

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



Características de microhábitat de las especies epífitas de orquídeas (Orchidaceae)
encontradas en el área de extracción minera de la Compañía Guatemalteca de Níquel en El
Estor, Izabal, Guatemala

Trabajo de investigación presentado
por María José Pérez
para optar al grado de Licenciada en Biología

Guatemala
2010

Características de microhábitat de las especies epífitas de orquídeas (Orchidaceae)
encontradas en el área de extracción minera de la Compañía Guatemalteca de Níquel en El
Estor, Izabal, Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

Características de microhábitat de las especies epífitas de orquídeas (Orchidaceae)
encontradas en el área de extracción minera de la Compañía Guatemalteca de Níquel en El
Estor, Izabal, Guatemala

Trabajo de investigación presentado
por María José Pérez
para optar al grado de Licenciada en Biología

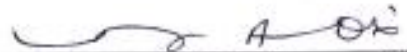
Guatemala
2010

Bo. Asesor Principal:

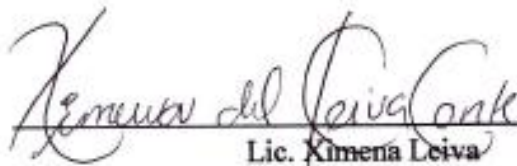


Dra. Margaret Dix

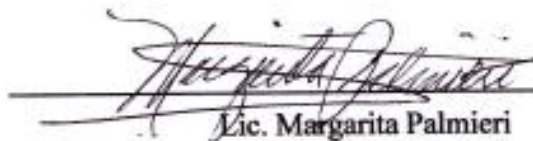
Tema Examinadora:



Dra. Margaret Dix



Lic. Ximena Leiva



Lic. Margarita Palmieri

Fecha de aprobación: Guatemala, 13 de diciembre de 2010

Agradecimientos

Agradezco a mi asesora principal de tesis, Margaret Dix, quien siempre estuvo ahí para corregir y dar sugerencias para mejorar el trabajo. Es una persona que comparte su pasión por las orquídeas y, por ello, sus ideas y aportes siempre ayudaron a mejorar la calidad de este trabajo. A la Compañía Guatemalteca de Níquel, principalmente a Ximena Leiva, por confiar en mí para analizar los datos recolectados por ellos en su área de extracción minera. También a los guardabosques de CGN, quienes son parte importante durante la fase de recolección de datos, lo cual no hubiera sido posible sin ellos: Carlos E. Morales, Ernesto Quinich, Pedro González, Eddy Mendoza y Roberto Coy. A Mayra Maldonado, quien me ayudó en diferentes aspectos de este trabajo y fue asesora inicial del mismo. A María Reneé Álvarez, quien fue de gran ayuda para el análisis estadístico inicial y, a pesar de no ser asesora de este trabajo, siempre estuvo disponible para resolver dudas. A Michael Dix por sus sugerencias y participación en el diseño del estudio.

Por último, agradezco infinitamente a mis padres, quienes toda mi vida han estado a mi lado, siempre dándome todo su apoyo en todas las cosas que me propongo. No saben lo feliz que me hace ser hija de personas tan maravillosas como ustedes. Además, a Kristian, y a mis amigos que me apoyaron en diferentes etapas de este proyecto.

Índice

	Página
AGRADECIMIENTOS	vi
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Antecedentes	2
B. Justificación	11
C. Objetivos	12
D. Hipótesis de trabajo	13
II. MÉTODOS	14
A. Fase de recolección de datos	14
B. Análisis estadístico	15
III. RESULTADOS	17
A. Fase de recolección de datos	17
B. Análisis de diversidad	22
C. Análisis de preferencia de las orquídeas hacia hospederos	23
D. Análisis estadístico complementario	26
IV. DISCUSIÓN	35
A. Fase de recolección de datos	35
B. Análisis de diversidad	38
C. Análisis de preferencia de las orquídeas hacia hospederos	39
D. Análisis estadístico complementario	42
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. LITERATURA CITADA	55
VIII. ANEXOS	60

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Número de especies y géneros de orquídeas encontrados según hospedero	17
2. Promedio de individuos de orquídeas encontradas según hospederos y zonas de los mismos	18
3. Número de individuos y densidad relativa de las especies de orquídeas	20
4. Índices de diversidad de Simpson y de Shannon-Wiener para cada zona de los árboles hospederos	22
5. Chi cuadrado para la preferencia de orquídeas hacia un hospedero específico ...	23
6. Chi cuadrado para la preferencia de orquídeas hacia un hospedero específico, sin incluir el cedrillo	23
7. Chi cuadrado para la preferencia de orquídeas hacia una zona del hospedero ...	24
8. Porcentaje de individuos de orquídeas para cada zona del hospedero	25
9. Especies de orquídeas con las relaciones más fuertes hacia un hospedero y zona del mismo	32

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación del Proyecto de Extracción Minera de CGN (CEA 2009)	9
2. Diagrama de Johansson modificado por M. Dix	15
3. Promedios de individuos de orquídeas según hospedero	19
4. Total de especies de orquídeas encontradas según densidades relativas	22
5. Histograma de frecuencias de individuos de orquídeas según hospedero	24
6. Histograma de frecuencia de orquídeas según zonas de árboles hospederos	25
7. Correlación entre altura y DAP de árboles hospederos	26
8. Correlación entre altura de árboles hospederos y número de individuos de orquídeas encontrado en ellos	27
9. Correlación entre DAP de árboles hospederos y orquídeas encontradas en ellos	27
10. Análisis de correspondencia para los hospederos (A)	29
y acercamiento para las especies de orquídeas junto a sus hospederos (B)	29
11. Análisis de correspondencia para los hospederos y los géneros de orquídeas	30
12. Acercamiento del análisis de correspondencia (Anexos IV) para las zonas de los hospederos y las especies de orquídeas	31
13. Análisis de agrupamiento por subtribus de orquídeas	34

LISTA DE ANEXOS

Apéndice	Página
I. Modelo de hoja de campo utilizada para la recolección de datos en CGN ...	60
II. Análisis de correspondencia para las especies de orquídeas y los árboles hospederos	62
III. Acercamiento del análisis de correspondencia para los géneros de orquídeas y los árboles hospederos	62
IV. Análisis de correspondencia para especies de orquídeas y zonas de hospederos	63
V. Presencia/Ausencia de las especies de orquídeas en las zonas del hospedero	63
VI. Fotografías de algunas especies de orquídeas encontradas en El Estor, Izabal ...	65

Resumen

La Finca Cahaboncito Norte (en El Estor, Izabal), propiedad de la Compañía Guatemalteca de Níquel, CGN, es uno de los sitios en donde, a futuro, se realizarán trabajos de extracción minera. Como parte de las actividades de manejo de biodiversidad, se inició un programa piloto de rescate y reintroducción de orquídeas y bromelias del área. El trabajo presentado a continuación es un análisis estadístico de los datos de orquídeas epífitas obtenidas durante este programa piloto. En el mismo se plantean dos hipótesis principales: (a) No existe diferencia significativa en la frecuencia de las orquídeas encontradas en cada especie de hospedero y (b) No existe diferencia significativa en la frecuencia de orquídeas encontradas en cada zona de los árboles hospederos, tronco, rama y ramita. Las mismas fueron rechazadas utilizando un Chi cuadrado y realizando histogramas de frecuencia que permitieran ver las diferencias entre hospederos y zonas. Además, se realizaron análisis de correspondencia y de agrupación para diferentes factores disponibles; se calcularon índices de diversidad de Simpson y de Shannon, así como frecuencia, densidad e índice de importancia (como la suma de los dos datos anteriores), con los datos de especies y hospederos. Se concluyó que: existe diferencia significativa en la preferencia de zonas y hospederos por parte de las epífitas; la altura y DAP de los árboles hospederos no parecen ser factores determinantes en el desarrollo de las orquídeas; el cedrillo (*Guarea excelsa*) y la barilla (*Calophyllum brasiliensis*), con una relación fuerte entre ellos y la mayoría de epífitas, pueden ser árboles importantes dentro del ecosistema y, principalmente para la diversidad de orquídeas, lo que podría hacer exitosa la reintroducción de ejemplares en ellos; *Scaphyglottis* “delgada” y *S.* “ancha” son las más abundantes dentro de este ecosistema. Por lo tanto, este análisis permite o puede ser una guía para continuar realizando estudios similares y, además, puede aplicarse de igual manera para grupos como las bromelias epífitas, de las cuales existe información ya recopilada para poder llevar a cabo un estudio como éste.

Abstract

“Finca Cahaboncito Norte” (El Estor, Izabal), property of “Compañía Guatemalteca de Níquel”, CGN, is one of the places where, in the future, mining extraction is going to take place. As part of the biodiversity management activities, a rescue and reintroduction pilot program of orchids and bromeliads was started in the area. The following paper is a statistical analysis of epiphyte orchids data recollected during that pilot program. Two main hypotheses were established: (a) there is no significant difference in the frequency of orchids found in each host specie and (b) there is no significant difference in the frequency of orchids found in each zone of the host trees: trunk, branch and twig. Both were rejected applying Chi2 and histograms of frequency that allowed seeing the differences between hosts and zones. Correspondence and group analyses were also made for other available factors: Simpson’s and Shannon’s diversity indexes were calculated, along with frequency, density and index of importance (as the sum of the two previous values) with de species and hosts data. The following was concluded: there is significant difference in the epiphytes preference toward hosts and host’s zones; height and d.b.h (diameter at breast height) of the host trees don’t seem to be determining factors in orchids development; *Guarea excelsa* and *Calophyllum brasilensis*, with a strong relationship between them and with most orchids, may be important trees within the ecosystem and mainly for the orchids diversity, making reintroduction of specimens on them more successful; *Scaphyglottis* “delgada” and *S.* “ancha” are the most abundant species inside this ecosystem. Therefore, this analysis allows or might be a guide for further similar studies and, it may also be applied to other groups like bromeliads, for which there is information already gathered to start a study like this.

I. Introducción

La Finca Cahaboncito Norte, en El Estor, Izabal, propiedad de la Compañía Guatemalteca de Níquel, es uno de los sitios en donde, a futuro, se realizarán trabajos de extracción minera. Como parte de las actividades de manejo de biodiversidad, se inició con un programa piloto de rescate y reintroducción de orquídeas y bromelias del área. El trabajo presentado a continuación es un análisis estadístico de los datos de orquídeas epífitas obtenidas durante este programa piloto.

A partir de los datos de epífitas obtenidos de árboles talados ilegalmente, por vecinos del área, se hizo un análisis preliminar de la diversidad del área y, actualmente, el presente trabajo busca obtener información más detallada a partir de esos mismos datos. Las hipótesis de trabajo planteadas son: (1) No existe diferencia significativa en la frecuencia de las orquídeas encontradas en cada especie de hospedero y (2) No existe diferencia significativa en la frecuencia de orquídeas encontradas en cada zona (tronco, rama y ramita) de los hospederos. El análisis estadístico, que se realizará para ello, estará enfocado en las relaciones existentes entre las especies de orquídeas y su hospedero, con diferentes análisis que permitan aprovechar al máximo la información disponible.

Estudios de este tipo son realizados a nivel internacional (como el de Bader en 1999 o Fontoura y Reinert en 2009), pero en el ámbito de investigación a nivel guatemalteco, el mismo es limitado. En el país, los estudios de diversidad de la familia Orchidaceae son un poco más extensos, pero los que tratan de la relación de esta familia con sus hospederos no lo son. Por lo tanto, este es un trabajo único que puede ser base para estudios similares posteriores y, en este caso específico, el mismo será base para establecer un programa de reintroducción de ejemplares cuando se inicien los procesos de extracción minera. Conociendo las preferencias de las especies, la reintroducción de las mismas debería de ser exitosa y, de tal manera, los impactos de pérdida de diversidad deberían ser mínimos.

A. Antecedentes

1. Epífitas. El epifitismo es una relación comensalista entre dos especies, siendo la primera un árbol hospedero y, la segunda, la planta epífita. Dentro del bosque, un hospedero (o forofito) es un árbol vivo que beneficia a una especie epífita, de menor crecimiento, dándole soporte. La epífita, sin dañar a su hospedero, logra colocarse en una posición más elevada, obteniendo un mejor alcance a la luz y precipitación fustal (Martín *et al.* 2008).

Entre las epífitas podemos encontrar no vasculares como líquenes, musgos y hepáticas; y vasculares: Pteridofitas, fanerógamas monocotiledóneas (que incluye las familias Bromeliaceae, Araceae y Orchidaceae) y dicotiledóneas (como Cactaceae y Piperaceae) (Hernández 2000). Se estima que existen entre 20,000 y 25,000 especies de epífitas vasculares, las cuales se encuentran principalmente en los trópicos. De éstas, las monocotiledóneas conforman cerca del 80% del total de epífitas del mundo (Zotz y Hietz 2001). Según Martín *et al.* (2008), la mayor representatividad de este grupo se encuentra en bosques húmedos tropicales y templados húmedos; colocándolo como indicador de la calidad ecológica y del estado de conservación del bosque.

La distribución de este grupo de plantas está determinada, principalmente, por las condiciones ambientales y las características del hospedero, como corteza, compuestos químicos, tamaño, forma de la copa y de las hojas. La presencia y abundancia de hospederos adecuados también puede influir en su establecimiento (García 1996). Por otra parte, la riqueza y las especies de epífitas encontradas en un bosque está relacionado con factores ambientales como precipitación y temperatura, las cuales regulan su desarrollo y continuidad. Además, la estructura vertical de estas especies, en los bosques, depende de las formas de crecimiento y estrategias de las plantas epífitas para aprovechar la luz y humedad del sitio. Otros factores importantes son la presencia e interacción con otras plantas y las características del sustrato (Martín *et al.* 2008). Uno de los factores limitantes para la presencia de las

epífitas es la precipitación. En bosques con baja precipitación anual, las familias más especializadas, Orchidaceae y Bromeliaceae serán las dominantes (Fontoura y Reinert 2009).

Johansson, en 1975, logró identificar cinco zonas de vida, dentro de los árboles hospederos, en donde se pueden encontrar las diferentes epífitas. Tres zonas en la copa de los árboles, una en la parte superior del tronco y otra en la inferior. En cada una de ellas determinó un set único de orquídeas, aunque con cierto traslape entre ellas: el porcentaje variaba en cada zona, desde un 4% en la periferia de la copa a un 48.5% en la copa media, donde la sombra era un poco más profunda y la humedad más abundante. Los porcentajes en el centro de la copa era de 27.7%, mientras que en el tronco superior e inferior eran de 10.9 y 8.9% respectivamente. Se cree que la supervivencia en las ramitas más externas era determinada por la sequía, mientras que la luz puede ser el factor limitante hacia el centro de la copa (Benzing 1990). Para efectos de esta investigación, el diagrama de Johansson fue modificado por M. Dix; el mismo puede observarse en la figura 2 (en métodos).

La importancia ecológica de las plantas epífitas radica en su capacidad de proveer agua y nutrientes, tanto para ellas, como para otras especies; además, pueden ser sustrato, alimento o sitios de anidación y alojamiento para muchos organismos que se encuentran en el dosel del bosque, y el número desconocido de las mismas puede ser bastante elevado (Dix y Dix 2006). Algunos estudios sugieren, además, que las epífitas son un grupo vulnerable y, consecuentemente, pueden ser un buen grupo indicador de biodiversidad que, a la vez, puede ser monitoreado para evaluar los efectos de las alteraciones en el bosque (Hietz 1999). Además, las epífitas vasculares son un componente principal de los bosques tropicales y nubosos, tanto por su riqueza como por el papel que desempeñan en el balance del agua y en el ciclo de los nutrientes (Krömer *et al.* 2005).

2. Las orquídeas. La familia Orchidaceae contiene la mayor cantidad de especies epífitas de todas las plantas: un 73% de todas las especies de esta familia son epífitas y, de todas las epífitas existentes (de cualquier familia), un 60% pertenece a esta familia (Bader 1999). Ames y Correll (1952) la describen como una familia cosmopolita, con su mayor desarrollo en los trópicos y temperaturas cálidas. Consiste en más de 900 géneros y, según H. Castañeda (comm. personal 2011), el total de especies reportadas hasta la fecha es de 28,842. Por su alta diversificación, Orchidaceae puede ser considerada como una familia altamente exitosa, además de poseer representantes capaces de ocupar casi cualquier situación ecológica, a excepción del ambiente marino o hábitats con fríos extremos a lo largo del año (Kull *et al.* 2006).

En Guatemala puede considerarse como la familia más grande de plantas fanerógamas (Ames y Correll 1952). Según Dix y Dix (2006), un 70% de las orquídeas del país son epífitas; un 30% es terrestre y un 10% litófito. Algunas especies pueden ocupar más de uno de estos sustratos pero esta característica depende de las condiciones ambientales, especialmente de la disponibilidad de humedad y sustrato. El total de especies reportadas para el país, según Maldonado (2001), es de 700 y su distribución y supervivencia están determinadas, principalmente por la temperatura y humedad de su hábitat. Incluso, Dix y Dix (2006) reportan que, hasta la fecha, se han documentado 770 especies para el país, con un aumento de 7 especies por año. Además, Dix y Dix (2000), realizaron una revisión de 734 especies que incluyeron dentro de un listado final actualizado para el país.

El conocimiento de este grupo ha evolucionado rápidamente en la última década. Las relaciones filogenéticas, actualmente en progreso, se basan en ADN de los cloroplastos, características morfológicas o una combinación de ambos. Por ejemplo, en Guatemala tenemos los estudios de Maldonado (2001) y de Huertas (2003), ambas estudiando la diversidad en especies de *Lycaste*. Además, ésta última incluye avances en los estudios anatómicos. Sin embargo, existe un gran vacío en la

ecología de las orquídeas, particularmente de grupos altamente diversos, como Pleurothallidinae y Bulbophyllinae y, la información, es escasa en áreas con una alta diversidad de este grupo (Hágsater *et al.* 1996).

a. Características de la familia. Las orquídeas son plantas monocotiledóneas con representantes terrestres, epífitos y litófitos. Sus raíces son carnosas y están cubiertas con un velamen esponjoso, para ayudar en la absorción de agua. Muchas de las plantas epífitas tiene la base de su tallo hinchado, denominado pseudobulbo; mientras que las terrestres presentan cormos bajo la tierra. Ambas estructuras son utilizadas para almacenar y retener agua y nutrientes (Dix y Dix 2006). Las orquídeas epífitas, usualmente, presentan plantas suculentas y/o tejidos especiales para almacenar agua. Otra adaptación, que ayuda a conservar el agua, es la posibilidad de botar sus hojas durante épocas de sequía (Bader 1999).

Aún cuando existe mucha variación en la forma y estructura de las especies de orquídeas, todas comparten un rasgo distintivo común: la columna, una elongación del eje floral que contiene los órganos sexuales, estambres y pistilos, fusionados. Además, esta familia es inusual entre las demás plantas debido a las variaciones extremas de sus flores altamente especializadas, su gran variedad y diversidad de hábitat y el gran número de semillas producidas en una cápsula (Ames y Correll 1952).

En resumen, la estructura general de estas plantas, según Dressler (1993), puede describirse, de la siguiente manera:

- Las raíces son bastante diversas ya que, a pesar de ser carnosas, éstas pueden ser muy delgadas o casi esféricas. En las orquídeas epífitas, las mismas están cubiertas por el velamen, que es una capa de células muertas, esponjosas.
- Los tallos son tan variables como las raíces: largos o cortos, delgados o bastante gruesos. Además, pueden ser suaves y herbáceos o duros tipo madera, con un tejido fibroso grueso.

- Estas plantas pueden presentar cormos o pseudobulbos. Los primeros, son tallos cortos con varios internodos, usualmente producidos bajo la tierra. El pseudobulbo, por el contrario, no se encuentra bajo la tierra.
- Todas las hojas, como cualquier monocotiledónea, presentan una venación paralela. Además, se encuentran tres tipos principales dentro del grupo: hojas plicadas, herbáceas suaves o conduplicadas.
- La flor tiene tres sépalos y tres pétalos con uno de ellos modificado, recibiendo el nombre de labelo o labio. En muchas especies, ésta sufre un giro durante su desarrollo, conocido como resupinación
- Los granos de polen se agrupan en masas compactas, polinias, y se encuentran al final de la columna.
- Por lo general, sólo uno de los estambres es fértil

Orchidaceae es una familia orientada a polinizadores que evoluciona rápidamente. Un número muy elevado de pequeñas semillas que favorecen la expresión de la variabilidad genética, con altas tasas de dispersión, ciclos de vida relativamente rápidos y alta diversidad en la arquitectura floral pueden explicar la alta diversidad encontrada en la familia (Hágsater *et al.* 1996).

Por último, es importante mencionar que el éxito de colonización de esta familia de plantas puede ser determinado por diversos factores como: la extensión de cobertura de musgo en el sustrato, calidad y cantidad de luz, humedad ambiental y las asociaciones con micorrizas. Las semillas de las orquídeas son una masa tan pequeña de células, que son transportadas por el viento y, éstas llegan a desarrollarse gracias a los hongos micorrizos. (Trapnell 2006). Éstos últimos, son asociaciones simbióticas con hongos, que son necesarias para que las semillas de orquídeas puedan desarrollarse, ya que las mismas carecen de endosperma, lo que produce un suplemento muy bajo de nutrientes durante su desarrollo. Esta asociación con la micorriza le brinda a las semillas de orquídeas los carbohidratos necesarios para su crecimiento inicial, por lo que, las orquídeas no germinan sin su hongo simbiótico. Cabe mencionar que las orquídeas terrestres son más

dependientes de las micorrizas para la fotosíntesis durante su ciclo de vida, mientras que las orquídeas epífitas utilizan esta asociación como fuente de agua o alimento (Dix y Dix 2006)

b. Importancia económica y biológica. Esta familia es económicamente importante por su demanda ornamental, las flores cortadas y su uso en hibridación. Aún cuando su estado y conservación, dentro de Guatemala, es un tema poco tratado por las autoridades, existen programas para la producción comercial de vainilla, proveniente de *Vanilla planifolia*, orquídea nativa. Muchas otras orquídeas del país también son importantes en programas de reproducción a nivel mundial (Dix y Dix 2006).

La extraordinaria belleza de las especies de esta familia es la base para la industria floral multimillonaria en varias partes del mundo. La vainilla, como ya se mencionó, es el producto comercial más importante, pero existen algunas especies asiáticas que también son valoradas. De estas especies, un tipo de goma es obtenido a partir de sus tubérculos y los mismos son vendidos como “salep” (harina). Esta es una droga muy utilizada para parálisis y también como alimento. Por otra parte, las hojas de *Angraecum fragans* son utilizadas para hacer té (Ames y Correll 1952). Según M. Dix (comm. Personal 2011), los cormos de algunas especies de *Govenia* y *Bletia* son utilizados para producir un pegamento aplicados en barriletes y otras artesanías. Por último, según Ames y Correll (1952), es importante mencionar que algunas especies también han recibido una valoración política; son reconocidas como flores nacionales en diferentes países, como en Guatemala con *Lycaste skinneri alba* o *Cattleya skinneri* para Costa Rica.

En cuanto a su biología, estas plantas son importantes por su alta diversidad y riqueza, sus adaptaciones a diferentes hábitats, fuertes relaciones con polinizadores y por ser refugios para la fauna. Cabe considerar que también son fuente de alimento como gel nutritivo o néctar para los polinizadores así como fuentes de aromas para abejas *Euglossini* (Dix y Dix 2006).

c. Situación actual de la familia. La destrucción, fragmentación y modificación de los bosques, junto con la extracción de ejemplares silvestres han tenido un impacto muy fuerte sobre extinciones locales en esta familia. Se considera que Orchidaceae es un ejemplo, donde diferentes especies, han sido llevadas a la extinción como resultado de la actividad humana (Ávila y Oyama 2007). Cabe mencionar que no todas las especies se ven igualmente afectadas por estos factores. La colecta ilegal afecta, principalmente, a los géneros que producen flores muy vistosas o algún producto comestible. Por el contrario, la pérdida o alteración del hábitat es la mayor amenaza para la mayoría de las especies (Hágsater *et al.* 1996).

Muchas especies de la familia se encuentran en la mayoría de las listas Rojas Nacionales y se cree que la abundancia de muchas de ellas ha alcanzado los niveles críticos recientemente. Se debe considerar que el estudio y la conservación de las orquídeas es difícil ya que muchas de ellas tienen historias de vida complejas que requieren de mucho tiempo y de estudio detallado para su entendimiento (Kull *et al.* 2006).

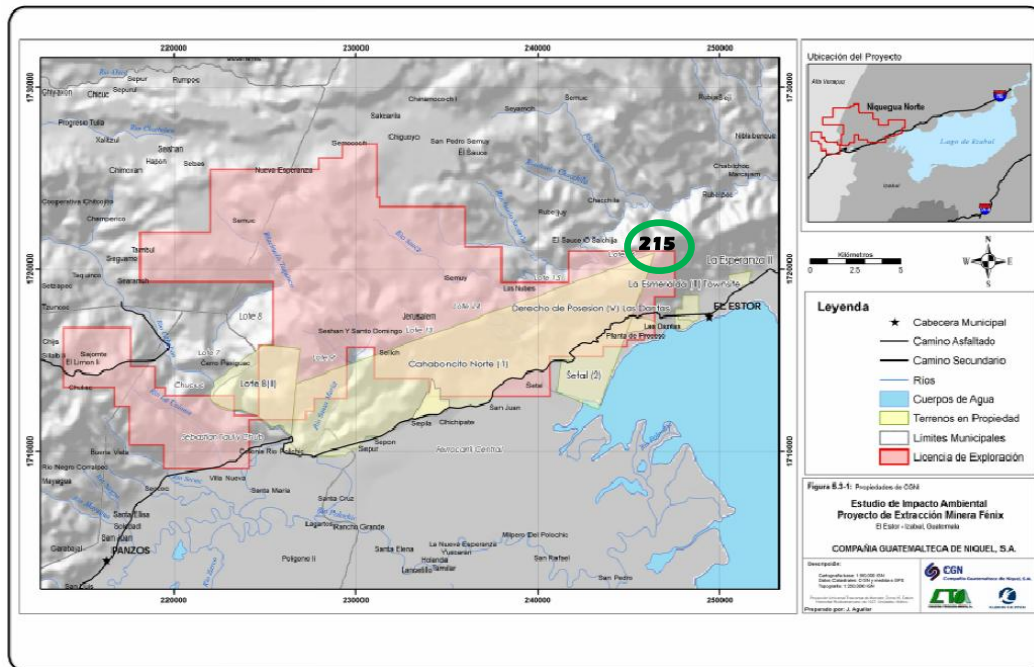
Para Guatemala, la Lista Roja del Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP (2009), según la resolución 01/2009, mantenía dentro de su categoría 3 a 447 especies de orquídeas, además de 10 especies dentro de la Categoría 1. Estas mismas especies se encuentran dentro de la Categoría II de CITES. Además, éste último (2009) establece a 8 especies de esta familia dentro de la Categoría I y el resto de las especies se colocan dentro de la Categoría II.

3. Sitio de estudio. La Compañía Guatemalteca de Níquel, CGN, desde el 2006 adquirió las licencias para explorar y explotar níquel, cobalto, hierro, cromo y magnesio en 259.2 kms² en Izabal y Alta Verapaz. El mismo está dividido en las siguientes áreas de explotación: 212, 213, 215, 216 y 217. Dichas áreas se encuentran dentro de la finca Cahaboncito Norte, propiedad de CGN. El área para extracción está ubicada en el departamento de Izabal, limitando al sur con el Lago de Izabal, al norte y este con el río Sauce, al oeste con los ríos Cahabón

y Santa María y al suroeste con la desembocadura del río Polochic (Figura 1). Se encuentra en la región sur de la cordillera montañosa Sierra de Santa Cruz, al noreste del Lago de Izabal (CEA 2009).

Figura 1. Ubicación del Proyecto de Extracción Minera de CGN (CEA 2009).

El círculo verde muestra la ubicación de la zona de trabajo, sector 215.



Dentro de la zona existen dos grupos de suelos, los de Cerros (Tierras Altas Sedimentarias) y de las Tierras Bajas (Depresión de Izabal), siendo éstos últimos los más abundantes en el área de trabajo. El uso actual del suelo es agrícola, ganadero, cobertura natural y sin cobertura. La cobertura natural está en las partes altas con bosques secundarios, latifoliados y nubosos. El clima predominante es cálido muy húmedo con una precipitación media anual de 2619 mm. El valor promedio de humedad relativa es de 79% (CEA 2009).

Según el sistema de clasificación ecológica de Holdridge, el área de estudio está ubicada dentro de la Zona de Vida del Bosque húmedo Tropical y premontano muy húmedo y Bioma Selva Tropical Lluviosa. La vegetación predominante es rica en especies arbóreas y palmeras, con la mayoría de la superficie cubierta por bosques

latifoliados y unas áreas con bosque mixto pino-latifoliado. El sitio tiene una alta diversidad biológica, reflejada en las 462 especies botánicas, una especie endémica, *Peperomia guatemalensis* y dos especies endémicas regionales, *Rinorea guatemalensis* y *Conostegia xalapensis*. Se encuentran más de 110 especies de orquídeas y 35 de bromelias (CEA 2009). La fauna de El Estor incluye 41 especies de mamíferos medianos a grandes (18 en la Lista Roja de CONAP y 14 en CITES), más de 160 especies de aves residentes (12 en la Lista Roja de CONAP), 34 de anfibios (todas en la Lista Roja), 70 de reptiles, 19 de peces continentales (incluyendo una especie endémica, *Heterandria litoperas*) y 20 especies de abejas *Euglossini* (CEA 2009; Villeda 2001).

El muestreo de diversidad de epífitas se llevó a cabo en las áreas 1 y 2 del sector 215 (Fig. 1), el cual se encuentra dentro de bosque nuboso. A través de los inventarios florísticos realizados durante el estudio de impacto ambiental del “Proyecto Minero Fénix”, se obtuvo la siguiente descripción acerca de ambas áreas de muestreo. El sector 215-1, a 650 msnm, es un bosque muy húmedo que presenta una gran cantidad de epífitas y lianas (principalmente de la familia Sapindaceae) en el dosel. En el estrato arbóreo se observan mucha *Bursera simaruba* y, en el sotobosque, varias especies de las familias Araceae, Piperaceae y Euphorbiaceae. El sector 215-2, ubicado a 850 msnm, es un área que presenta árboles muy altos, muchos helechos arborescentes y briofitos. El estrato arbóreo es dominado por el género *Persea* y presenta varias especies de las familias Rubiaceae, Arecaceae y Araceae (CGN, 2005).

Es importante mencionar que ambas localidades, 215-1 y 215-2, presentan características típicas de un bosque maduro con poca perturbación humana. Ambas poseen una cobertura boscosa densa, limitando el ingreso de luz al sotobosque, lo que permite la existencia de microclimas húmedos con muchas briofitas y pteridofitas. En el sector 215-1 se observó una alta diversidad de lianas, la mayoría de la familia Sapindaceae, que también es un indicativo de un bosque primario con

bajo grado de perturbación. En cuanto a la diversidad de plantas vasculares, se registraron especies para el sector 215-1 y 74 especies para el 215-2 (CGN 2005).

Durante la época lluviosa del 2005 se realizó un cálculo de la diversidad de los sectores 215 y 212. El índice de Shannon-Wiener (H') resultó ser de 2.54, 2.55 y 1.55 para los sectores 215-1, 2 y 3, respectivamente. Para el sector 212-1, H' fue de 1.64, lo que demuestra que tanto este sector, como el 215-3 son los que presentan una menor diversidad. Por lo tanto, los sectores de estudio del presente proyecto, 215-1 y 215-2 son los sitios que presentan una mayor diversidad en cuanto a las distintas especies presentes. De igual forma, el índice de Simpson, $1/D$, establece que los sectores con mayor diversidad son 215-2 con $1/D$: 0.89 y 215-1 con $1/D$: 0.84 (CGN 2005).

B. Justificación

El área de trabajo es propiedad de la Compañía Guatemalteca de Níquel y ésta tiene planeado, en un futuro, extraer minerales dentro de un área boscosa, lo que representa una pérdida de hábitat para las especies encontradas en el mismo. Para ello, en años pasados, se han realizado estudios de campo que han permitido determinar la diversidad presente, con el fin de realizar planes para el manejo de la misma, minimizando el impacto y la pérdida de esta biodiversidad. Así mismo, son especies protegidas por diferentes leyes y, por ello, esfuerzos mayores deben realizarse para su conservación.

Uno de los grupos de interés de la compañía, ha sido las epífitas, dentro de las cuales está la familia Orchidaceae. Un programa piloto, de rescate y reintroducción, permitió obtener información valiosa para caracterizar y determinar algunos requerimientos básicos de hábitat lo cual es de gran utilidad para hacer una reintroducción de individuos que ya han sido rescatados de árboles talados ilegalmente dentro del área estudiada. Caracterizando árbol hospedero, en base a

altura, DAP y especie, así como otros datos que puedan obtenerse a partir de ello, permitirá hacer una mejor selección de los sitios en donde deben colocarse los individuos que desean sembrarse, evitando así la pérdida de ejemplares por la falta de información en cuanto a requerimiento o características de su hábitat y, por lo tanto, la biodiversidad del sitio.

C. Objetivos

1. General

- Determinar si existe diferencia significativa entre el árbol hospedero y la zona del mismo selecto por las especies de orquídeas encontradas en el área de extracción minera de la Finca Cahaboncito Norte, a través de un Chi cuadrado.
- Determinar las características del microhábitat de las especies de orquídeas encontradas en el área de extracción minera de la Finca Cahaboncito en El Estor, Izabal, en base a la información obtenida de éstas durante la fase de obtención de datos.

2. Específicos

- Determinar la densidad de orquídeas en las áreas de exploración y explotación minera 215.
- Determinar si existe relación entre la abundancia de las epífitas y el DAP y la altura del árbol hospedero.
- Establecer características de los hospederos seleccionados por las especies de orquídeas encontradas en el sitio de estudio

- Establecer el grado de selectividad de las especies de orquídeas por su árbol hospedero y zonas del mismo

D. Hipótesis de trabajo

1. Ho: No existe diferencia significativa en la frecuencia de las orquídeas encontradas en cada especie de hospedero
 - a. Ha: Existe diferencia significativa en la frecuencia de las orquídeas encontradas en cada especie de hospedero

2. Ho: No existe diferencia significativa en la frecuencia de orquídeas encontradas en cada zona de clasificación de los hospederos
 - a. Ha: Existe diferencia significativa en la frecuencia de orquídeas encontradas en cada zona de los hospederos

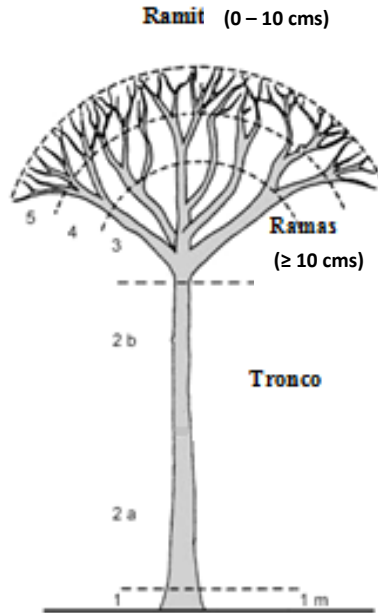
II. Métodos

A. Fase de recolección de datos (Programa piloto de rescate y reintroducción de ejemplares)

El equipo de trabajo de la Compañía Guatemalteca de Níquel, CGN, inició un estudio de diversidad de epífitas encontradas en la zona de extracción minera en el Estor, Izabal, desde julio de 2008. En esta parte del proyecto se hizo un análisis preliminar de la biodiversidad y se notó que había muchos árboles ilícitamente talados que albergaban cientos de epífitas. Debido a esto, se diseñó un proyecto de rescate con objetivos detallados. Las especies iniciales permitieron desarrollar una guía preliminar de identificación de las mismas para trabajar con ella durante el rescate de individuos, iniciado en octubre de 2008. La identificación de la epífitas se llevó a cabo en el sitio de colecta y estuvo a cargo de los doctores Michael y Margaret Dix, taxónoma reconocida a nivel internacional.

Con estas primeras especies de epífitas, se diseñó una hoja de campo para ejemplares que iban a ser recolectados, posteriormente, en árboles talados ilegalmente dentro del área 215 de la zona minera. Entre octubre y diciembre se fueron modificando las guías, dependiendo de otras especies de orquídeas y bromelias encontradas durante la fase de colecta (Apéndice 1). Estas hojas de datos incluían datos del sitio de colecta, número de epífitas recolectadas (según la especie), hospedero del cual se recolectaron y el sitio en que se encontraba la epífita, dentro del árbol, según la estratificación establecida en estos (Fig 2). Las zonas del árbol hospedero quedan definidas como: tronco (hasta que empieza a ramificar), rama (mayor o igual a 10cms) y ramitas (de 0 a 10 cms).

Figura 2. Diagrama de Johansson modificado por M. Dix, para la clasificación de las zonas definidas del árbol hospedero y diámetros establecidos



Cabe mencionar que, luego de la recolecta de datos, se realizó una prueba para la identificación de especies epífitas sobre árboles hospederos en pie. Se recorrieron varias zonas dentro del sitio de estudio y, con ayuda de binoculares, se intentaron varias pruebas de identificación. Con esta prueba se llegó a la conclusión de que este tipo de muestreos es bastante difícil y, podría funcionar únicamente para aquellas especies grandes, con rasgos característicos que sean fáciles de reconocer, ya que la altura de los árboles limita la posibilidad de, incluso, hacer conteos de especies.

B. Análisis estadístico

En el 2009, se digitalizó la información obtenida y se realizó un análisis preliminar de la diversidad de estas dos familias. Actualmente, con base en los datos obtenidos sobre las orquídeas, se realizará un análisis estadístico que permita determinar relaciones especie-hospedero, con el fin de obtener información sobre el microhábitat de cada una de ellas. El mismo será luego utilizado para reintroducir

los ejemplares recolectados, facilitando y brindando las condiciones que se hayan determinado como necesarias para cada especie.

El análisis estadístico, de este trabajo, consistirá en lo siguiente, tomado en base a diferente literatura consultada:

- Chi cuadrado para aceptar o rechazar las hipótesis planteadas y un histograma de frecuencias para visualizar los resultados de las hipótesis
- Análisis de diversidad con base al índice de Simpson e índice de Shannon-Wiener (Calatayud 2005)
- Densidad absoluta, de cada especie de orquídea estudiada, definida como el número de individuos por árbol hospedero (unidad de muestreo).
- Correlacionar abundancia de epífitas según DAP (Fontoura y Reinert 2009) y según altura del árbol (Hernández 2000)
- Análisis de correspondencia, CA, para determinar relaciones fuertes entre las especies y sus hospederos

Para el mismo se hará uso de los siguientes programas: Microsoft Excel y Statistica-Trial Version 9 (que está disponible gratuitamente durante 30 días).

III. Resultados

A. Fase de recolección de datos (Programa piloto)

Durante la investigación realizada en el área de extracción minera, se muestreó 40 árboles de 6 especies diferentes, encontrando un total de 66 especies de orquídea epífitas, distribuidas en 25 géneros. El Cuadro 1 presenta el número de especies y géneros de orquídeas encontradas en cada uno de estos hospederos. Se observa que el mayor número de especies y géneros fueron encontrados en *Guarea glabra* Vahl. (cedrillo) con 59 especies distribuidas dentro de 21 géneros; le sigue *Terminalia amazonia* (J. F. Gmel.) Exell. (naranja) con 48 especies en 17 géneros. El tamarindo, *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith, es el que presenta un menor número de especies, 5 en total, dentro de 4 géneros. Los tres hospederos restantes, *Tabebuia donnell-smithii* Rose (palo blanco), *Calophyllum brasiliense* Camb. (barilla) y *Symphonia globulifera* L. (palo de leche), presentan 21, 27 y 23 especies, respectivamente, distribuidos en 8, 11 y 12 géneros.

CUADRO 1. Número de especies y géneros de orquídeas encontrados según hospedero

Hospedero	Número de especies de orquídeas	Número de géneros de orquídeas
<i>Guarea glabra</i> , Cedrillo	59	21
<i>Terminalia amazonia</i> , Naranja	48	17
<i>Tabebuia donnell-smithii</i> , Palo Blanco	21	8
<i>Dialium guianense</i> , Tamarindo	5	4
<i>Calophyllum brasiliense</i> , Barilla	27	11
<i>Symphonia globulifera</i> , Palo de Leche	23	12

(Finca Cahaboncito Norte, CGN. 2008)

En el Cuadro 2, se observa que el promedio de individuos de orquídeas en cada hospedero es de: 237 individuos para *Guarea glabra*, cedrillo (20 árboles muestreados) con una desviación estándar (s) de 62.3; 197 para *Terminalia amazonia*, naranja (9 árboles

muestreados) y s de 29.5 ; 204 para *Tabebuia donnell-smithii*, palo blanco (2 árboles muestreado) y s de 34.8 ; 222 para *Dialium guianense*, tamarindo (1 árbol muestreado) y una s de 105.7; 67 para *Calophyllum brasiliense*, barilla (4 árboles muestreado) y s de 22.3; y 96 individuos para *Symphonia globulifera*, palo de leche (con 2 árboles muestreados) con una s de 41. En los dos árboles muestreados restantes habían 57 orquídeas sin mencionar zona en que éstas fueron encontradas. Además, también se observa el promedio de individuos de orquídeas, según la zona de colecta: en la rama el promedio varía entre 145 para *Guarea glabra* (cedrillo) y 47 para *Calophyllum brasiliense* (barilla); en ramita varía entre 76 para palo blanco y 8 para *Dialium guianense* (tamarindo) y, en tronco, el promedio varía entre 72 para naranjo (*Terminalia amazonia*) y cero en tamarindo (*Dialium guianense*) y barilla (*Calophyllum brasiliense*).

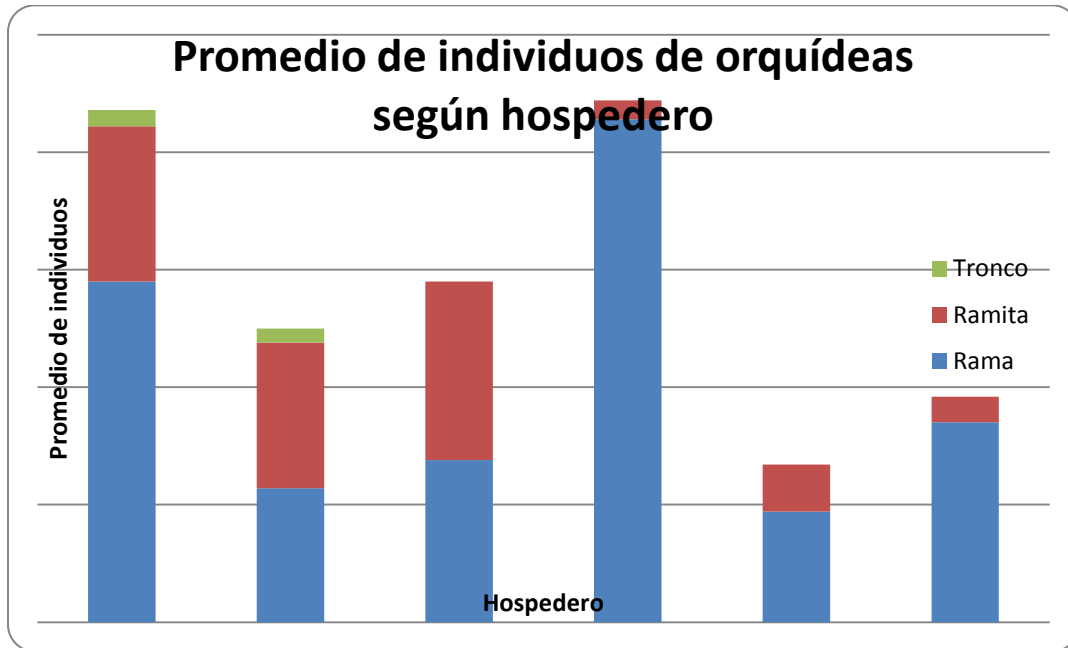
CUADRO 2. Promedio de individuos de orquídeas encontrados según hospederos y zonas de los mismos.

Árbol muestreado	N	Promedio de individuos de Orquídeas					
		Rama	Ramita	Tronco	No dice	Total	Desviación estándar (s)
<i>Guarea glabra</i> , Cedrillo	20	145	66	7	20	237	62.3
<i>Terminalia amazonia</i> , Naranjo	9	57	62	6	72	197	29.5
<i>Tabebuia donnell-smithii</i> , Palo Blanco	2	69	76	0	60	204	34.8
<i>Dialium guianense</i> , Tamarindo	1	214	8	0	0	222	105.7
<i>Calophyllum brasiliense</i> , Barilla o Santa María	4	47	20	0	0	67	22.3
<i>Symphonia globulifera</i> , Palo de Leche	2	85	11	0	0	96	41
Desconocido	2	0	0	0	57	57	29.5
Total	40	616	242	13	208	1079	

En la Figura 3 se puede comparar las tres zonas de colecta entre cada árbol. Como se menciona en el Cuadro 2, el promedio más alto de colecta se dio en la rama del tamarindo (*Dialium guianense*), que se observa nuevamente en la gráfica. Luego, la rama del cedrillo (*Guarea excelsa*) presenta el segundo promedio más alto de colecta y se observa que, entre naranjo (*Terminalia amazonia*) y palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), existe poca

diferencia entre el promedio de orquídeas colectada, siendo mayor para el segundo. Por último, se observa claramente que la barilla (*Calophyllum brasiliense*) es el hospedero con el promedio de individuos de orquídea más bajo, en comparación con el resto. Pero en éste también se puede ver que la ramita no presenta un promedio de colecta tan bajo como en los casos del tamarindo (*Dialium guianense*) y palo de leche (*Symphonia globulifera*).

FIGURA 3. Promedio de individuos de orquídeas según hoppedero



El número total de individuos de orquídeas recolectados, permitió realizar un análisis de la densidad absoluta de cada especie según el total de hospederos muestreados (40) y el porcentaje total de cada una (con base al total de individuos recolectados), que se observa en el Cuadro 3. En este cuadro se establece que las dos especies más abundantes son: *Scaphyglottis minuta* (1825 individuos) y *S. delgada* (1222 individuos) con una densidad absoluta de 45.6 y 30.6 (individuos por árbol muestreado), respectivamente. Además, el porcentaje de cada especie es de 24.2% y 16.2%, lo que representa el 40.3% del total de individuos recolectados, (N:) 7551. La otra especie más abundante es *Elleanthus caricoides* con 505 individuos, una densidad absoluta de 12.6 (individuos por muestra) y el 6.7% del total de individuos recolectados.

CUADRO 3. Número de individuos y densidad relativa de las especies de orquídeas

Especie	Individuos, N	Densidad absoluta*	Porcentaje , %
<i>Scaphyglottis minuta</i> (Rich. & Gal.) Garay	1825	45.6	24.17
<i>Scaphyglottis delgada</i>	1222	30.6	16.18
<i>Elleanthus caricoides</i> Nash	505	12.6	6.69
<i>Polystachya cerea</i> Lindl.	382	9.6	5.06
<i>Scaphyglottis prolifera</i> (R. Br.) Cogn.	376	9.4	4.98
<i>Pleurothallis cobanensis</i> Schltr.	313	7.8	4.15
<i>Maxillaria scorpioidea</i> Kraenzl.	259	6.5	3.43
<i>Scaphyglottis lindleyana</i>	258	6.5	3.42
<i>Maxillaria variabilis</i> Bateman ex Lindl.	231	5.8	3.06
<i>Sobralia macrantha</i> Lindl.	230	5.8	3.05
<i>Maxillaria macleei</i> Bateman ex Lindl.	220	5.5	2.91
<i>Epidendrum ramosum</i> Jacquin	181	4.5	2.40
<i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.	141	3.5	1.87
<i>Epidendrum nocturnum</i> Jacquin	105	2.6	1.39
<i>Dichaea glauca</i> (Swartz) Lindl.	89	2.2	1.18
<i>Pleurothallis tuerkheimii</i> Schltr.	81	2.0	1.07
<i>Maxillaria elatior</i> Rchb. f	80	2.0	1.06
<i>Epidendrum carpophorum</i> B. Rodrigues	78	2.0	1.03
<i>Pleurothallis sanchoi</i> Ames	77	1.9	1.02
<i>Pleurothallis leucantha</i> Schltr.	70	1.8	0.93
<i>Maxillaria ringens</i> Rchb. f	52	1.3	0.69
<i>Encyclia bractescens</i> (Lindl.) Hoehne	50	1.3	0.66
<i>Encyclia ceratistes</i> (Lindl.) Schltr.	50	1.3	0.66
<i>Encyclia pygmaea</i> (Hook.) Dressler	42	1.1	0.56
<i>Maxillaria densa</i> Lindl.	42	1.1	0.56
<i>Maxillaria fulgens</i> (Rchb. f) L. O. Williams	41	1.0	0.54
<i>Maxillaria aciantha</i> Rchb. f	40	1.0	0.53
<i>Pleurothallis pansamalae</i> Schltr.	39	1.0	0.52
<i>Polystachia</i> sp.	39	1.0	0.52
<i>Sobralia crispipilis</i>	39	1.0	0.52
<i>Sobralia fragrans</i> Lindl.	39	0.9	0.52
<i>Jacquiella teretifolia</i> (Sw.) Britton & P. Wilson	36	0.9	0.48
<i>Jacquiella cobanensis</i> (Ames & Schltr.) Dressler	34	0.7	0.45
<i>Elleanthus poiformis</i> Schltr.	29	0.6	0.38
<i>Platystele</i> sp.	25	0.6	0.33
<i>Elleanthus cynarocephalus</i> (Rchb. f) Rchb. f	23	0.6	0.30
<i>Dichaea trulla</i> Rchb. F	20	0.5	0.26

Continuación Cuadro 3

Especie	Individuos , N	Densidad absoluta	Porcentaje , %
<i>Jacquiniella globosa</i> (Jacq.) Schltr.	20	0.5	0.26
<i>Maxillaria cucullata</i> Lindl.	18	0.5	0.24
<i>Encyclia polybulbon</i> (Swartz) Dressler	15	0.4	0.20
<i>Dichaea muricatoides</i> Hamer & Garay	13	0.4	0.17
<i>Stelis barbata</i> Rolfe	13	0.3	0.17
<i>Scaphosepalum standleyi</i> Ames, Sched.	12	0.3	0.16
<i>Maxillaria meleagris</i> Lindl.	10	0.3	0.13
<i>Scaphyglottis behrii</i> (Rchb. f) Benth & Hook ex Hemsl	10	0.3	0.13
<i>Stelis fulva</i> Schltr.	10	0.3	0.13
<i>Lacaena bicolor</i> Lindl.	8	0.2	0.11
<i>Maxillaria</i> sp.	8	0.2	0.11
<i>Maxillaria tenuifolia</i> Lindl.	6	0.15	0.08
<i>Pleurothallis</i> sp.	6	0.15	0.08
<i>Maxillaria pulchra</i> (Schltr.) L. O. Williams	5	0.13	0.07
<i>Lepanthopsis floripectens</i> (Rchb. f) Ames	4	0.10	0.05
<i>Maxillaria anceps</i> Ames & C. Schweinf. Sched.	4	0.10	0.05
<i>Mormodes nagelii</i> L. O. Williams	3	0.08	0.04
<i>Trichosalpinx blaisdellii</i> (S. Watson) Luer	3	0.08	0.04
<i>Brassia verrucosa</i> Lindl.	2	0.05	0.03
<i>Dichaea hystricina</i> Reichenbach f.	2	0.05	0.03
<i>Dichaea panamensis</i> Lindl. Gen. & Sp.	2	0.05	0.03
<i>Galeottia grandiflora</i> A. Rich.	2	0.05	0.03
<i>Gongora</i> sp.	2	0.05	0.03
<i>Oncidium hagsaterianum</i> R. Jiménez & Soto Arenas	2	0.05	0.03
<i>Scaphyglottis hoja pequeña</i>	2	0.05	0.03
<i>Scaphyglottis tenella</i> L. O. Williams	2	0.05	0.03
<i>Trigonidium egertonianum</i> Bateman ex Lindl.	2	0.05	0.03
<i>Kegeliella atropilosa</i> L. O. Williams & A. H. Heller	1	0.03	0.01
<i>Stanhopea</i> sp.	1	0.03	0.01

*Densidad absoluta: individuos por unidad de muestreo (40 árboles)

A partir de este cuadro se realizó un histograma de frecuencias (Fig. 4) para visualizar el número de especies encontradas según cierto rango de densidad relativa. Lo que se observa en el mismo es un número alto de especies de orquídeas (N = 40) que tienen una densidad bastante baja dentro de los hospederos encontrados y, por lo tanto, podrían considerarse

C. Análisis de preferencia de las orquídeas hacia los árboles hospederos

Se plantearon dos hipótesis de trabajo y, para comprobar o rechazar las mismas, se aplicó un Chi cuadrado. El Cuadro 5 muestra un χ^2 de 12,880.54 con una probabilidad menor a 0.05 (grados de libertad de 5), rechazándose así la primera hipótesis nula planteada con respecto a preferencia del hospedero, por lo que existe diferencia significativa en la frecuencia de orquídeas encontradas según hospedero. Este resultado se observa, además, en el histograma de frecuencias (Fig. 5), donde se muestra que si existe preferencia hacia el cedrillo (*Guarea glabra*). Como la diferencia en el muestreo fue muy diferente para cada especie de árbol, se realizó un segundo chi cuadrado (Cuadro 6), sin incluir el cedrillo, donde se obtuvo también una probabilidad menor a 0.05. Por lo tanto, se corrobora la preferencia hacia el cedrillo demostrado en el primer χ^2 , aún con las diferencias en el muestreo.

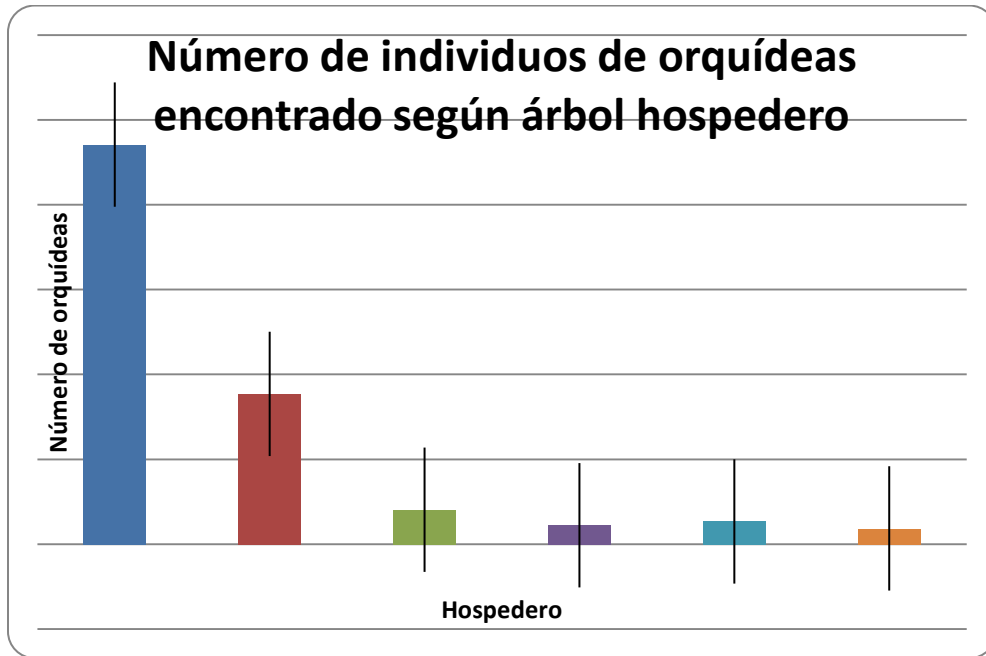
CUADRO 5. Chi cuadrado para la preferencia de orquídeas hacia un hospedero específico

	Chi ² = 12880.54 df = 5 p = 0.0000001			
	Observado	Esperado	O - E	(O - E) ² / E
Cedrillo	4741.00	1266.83	3473.17	9527.56
Naranja	1774.00	1266.83	507.17	203.04
Palo Blanco	408.00	1266.83	-858.83	582.23
Tamarindo	221.00	1266.83	-1045.83	863.39
Barilla	266.00	1266.83	-1000.83	790.69
Palo de Leche	191.00	1266.83	-1075.83	913.63
Suma	7601.00	7601.00	0.00	12880.54

CUADRO 6. Chi cuadrado para la preferencia de orquídeas hacia un hospedero específico, sin incluir el Cedrillo

	Chi ² = 3205.77 df = 4 p = 0.0000001			
	Observado	Esperado	O - E	(O - E) ² / E
Naranja	1774.00	572.00	1202.00	2525.88
Palo Blanco	408.00	572.00	-164.00	47.02
Tamarindo	221.00	572.00	-351.00	215.39
Barilla	266.00	572.00	-306.00	163.70
Palo de Leche	191.00	572.00	-381.00	253.78
Suma	2860.00	2860.00	0.00	3205.77

FIGURA 5. Histograma de frecuencias de individuos de orquídeas según hospedero

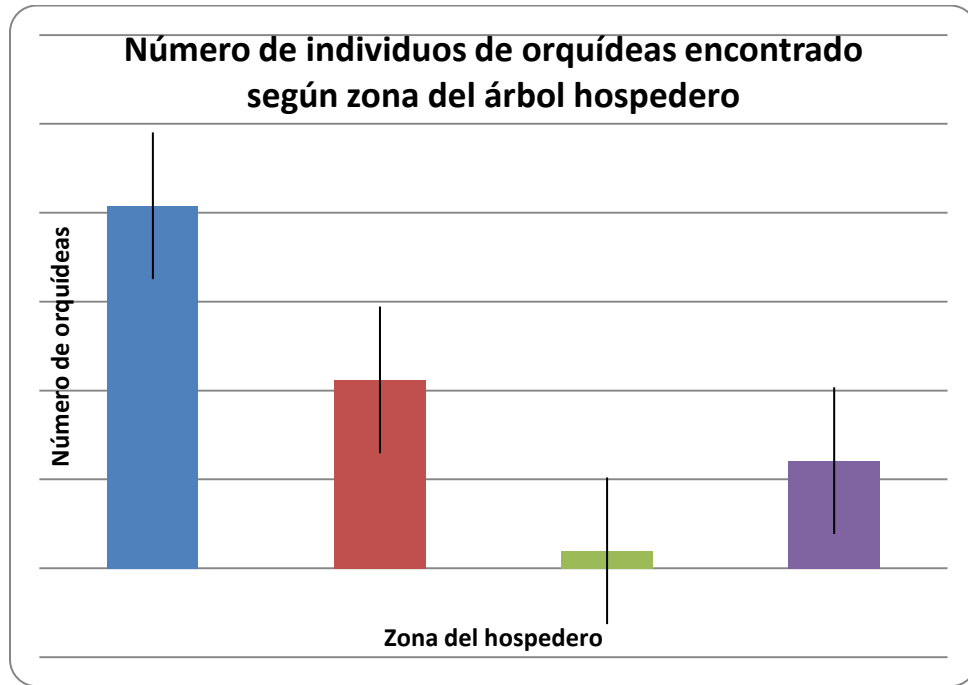


Para la segunda hipótesis planteada, sobre la preferencia hacia una zona del árbol en específico, también se realizó otro chi cuadrado (Cuadro 7). Como la probabilidad es menor a 0.05 (χ^2 de 4336.6 y grados de libertad de 3), también se rechaza la hipótesis planteada; por lo tanto, existe preferencia hacia una zona del árbol hospedero. En la figura 6 se observa que, por lo tanto, la zona que es preferida por las orquídeas es la rama.

CUADRO 7. Chi cuadrado para la preferencia de orquídeas hacia una zona del hospedero

	Chi ² = 4336.60 df = 3 p = 0.0000001			
	Observado	Esperado	O - E	(O - E) ² / E
Rama	4110.00	1914.75	2195.25	2516.84
Ramita	2133.00	1914.75	218.25	24.87
Tronco	196.00	1914.75	-1718.75	1542.81
No dice	1220.00	1914.75	-694.75	252.08
Suma	7659.00	7659.00	0.00	4336.60

FIGURA 6. Histograma de frecuencia de orquídeas según zonas de árboles hospederos



Por último, se calculó el porcentaje de individuos de orquídeas encontradas para cada una de las zonas de hospederos mencionadas, además del número de especies de orquídeas encontradas en cada zona (Cuadro 8). En primer lugar, se observa que la ramita de los hospederos es el sitio que presenta la mayor cantidad (N: 58) de especies de orquídeas recolectadas (44.6%), seguido por la rama con 55 especies (42.3%). El tronco únicamente presentó 17 especies en total, que equivale a 13.1%. En cuanto al total de individuos recolectados por zona, se observa que un 63.8% de los individuos (N: 4077) se encontraron en las ramas de los hospederos. Un 33.1% se recolectó en la ramita y, solamente el 3.1% en el tronco.

CUADRO 8. Porcentaje de especies e individuos de orquídeas para cada zona del hospedero

Zona de hospedero	Número de especies de orquídeas	Porcentaje, %	Número de individuos de orquídeas	Porcentaje, %
Rama	55	42.3	4077	63.8
Ramita	58	44.6	2118	33.1
Tronco	17	13.1	195	3.1
TOTAL	130	100%	6390	100%

D. Análisis estadístico complementario

- 1. Correlaciones.** Una vez rechazadas las hipótesis de trabajo, se procedió con el análisis estadístico complementario. En primer lugar, se obtuvieron tres correlaciones entre altura, DAP y epífitas: relación entre la altura y DAP del hospedero (Fig. 7), entre altura del árbol y el número de individuos de orquídeas (Fig. 8) y entre DAP del árbol y número de individuos de orquídeas (Fig. 9). Para los tres casos se observa que no hay correlación entre las variables analizadas con r^2 de: 0.0341 para altura-DAP; 0.0121 para altura- número de individuos de orquídeas y 0.0750 entre DAP- número de individuos de orquídeas. Por lo tanto, de estos tres factores, el grosor de los troncos de los árboles es el factor que más se relaciona con el número de orquídeas que se encontrarán en los hospederos. Es importante mencionar que la relación lineal fue el modelo que más se ajustaba a los tres casos, aún cuando no parece haber relación en ninguno de ellos (los otros modelos tenían ajustes menores y, por lo tanto, eran menos apropiados para cada caso).

FIGURA 7. Correlación entre altura y DAP de árboles hospederos

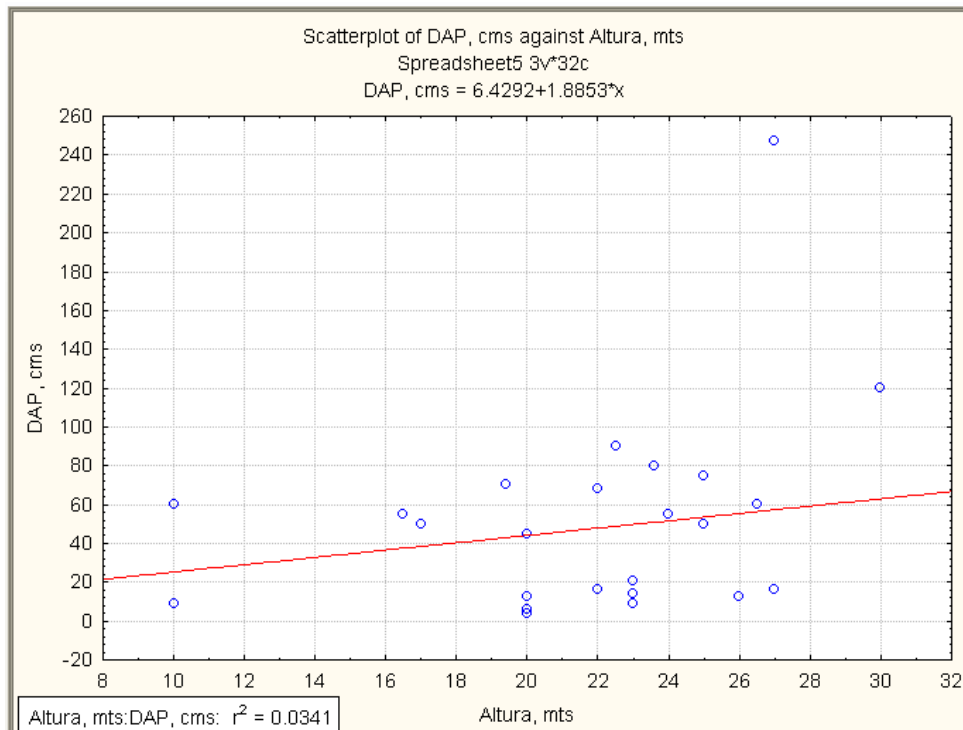


FIGURA 8. Correlación entre altura de árboles hospederos y número de individuos de orquídeas encontrado en ellos (1 Cedrillo, 2 Naranja, 3 Barilla, 4 Palo Blanco, 5 Palo de leche)

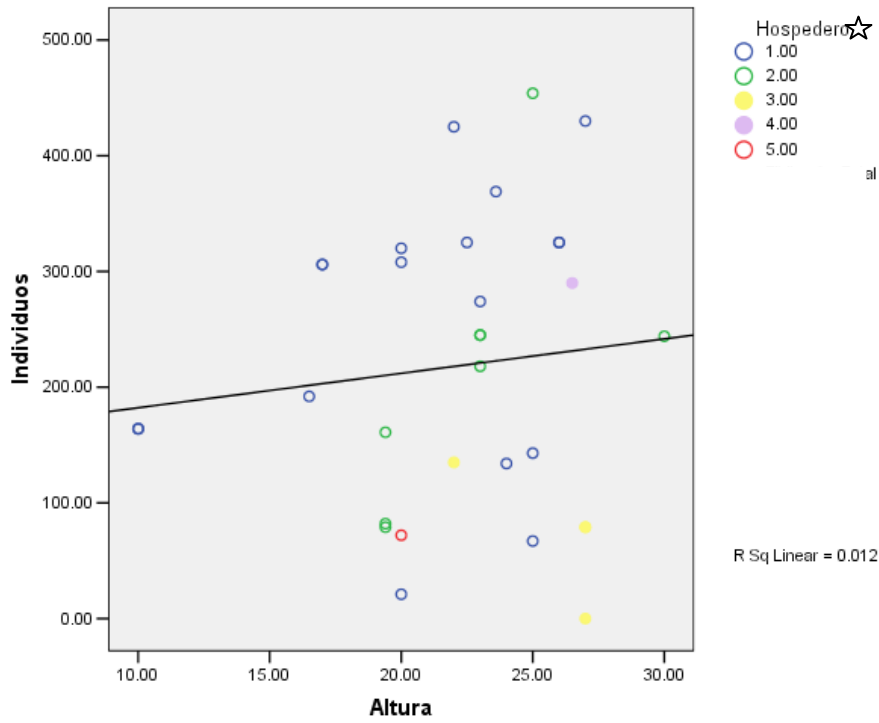
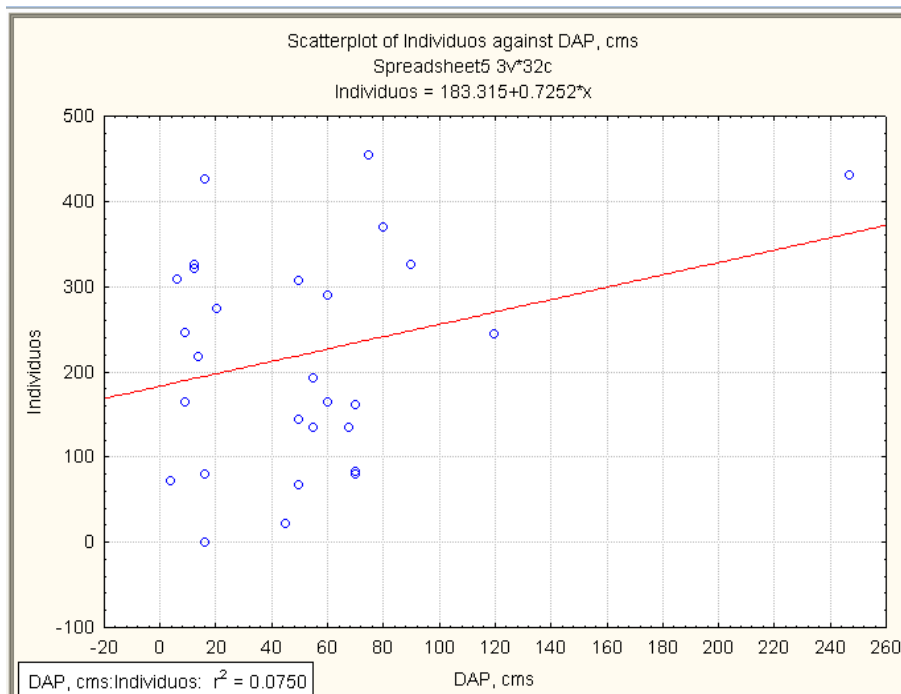


FIGURA 9. Correlación entre DAP de árboles hospederos y número de individuos de orquídeas encontradas en ellos



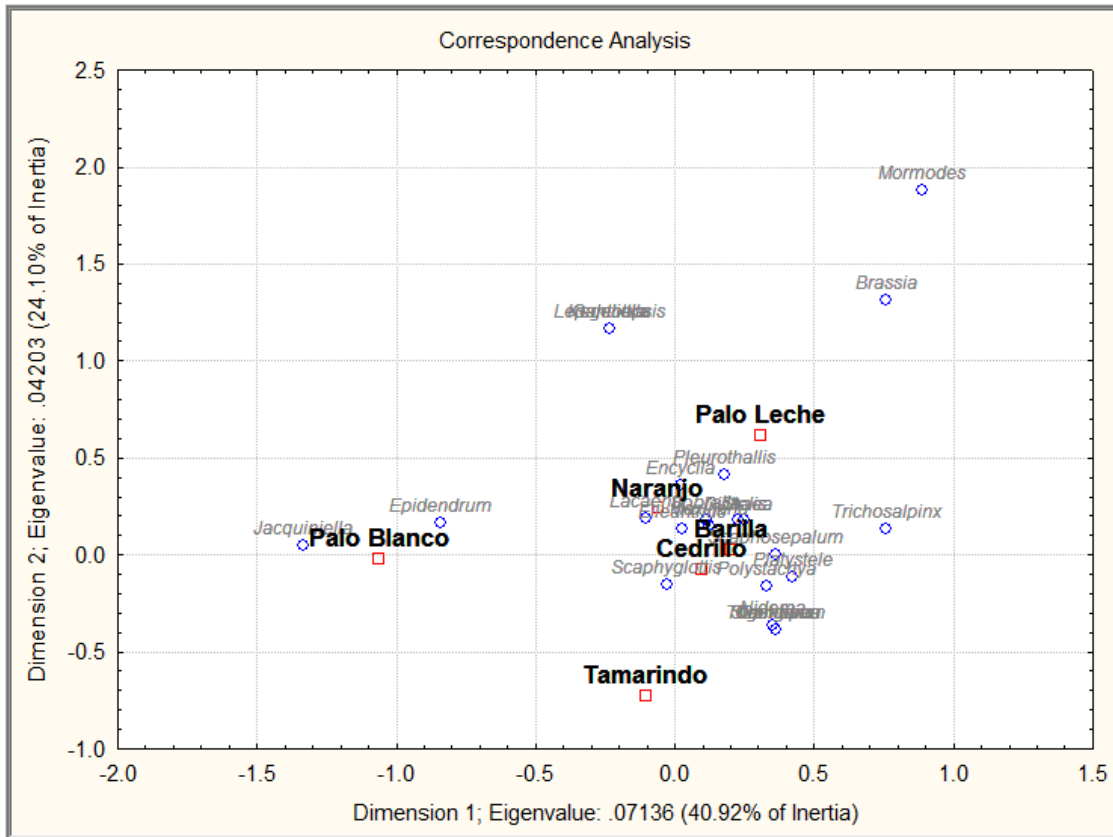
2. **Análisis de correspondencia.** Luego se realizó un análisis de correspondencia para determinar la relación existente entre las especies de orquídeas y los seis hospederos estudiados. Debido a que la cantidad de especies dificulta la visualización de los resultados, se colocó una gráfica mostrando sólo los hospederos (Fig. 10A), donde se observa una fuerte relación entre la barilla (*Calophyllum brasiliense*) y el cedrillo (*Guarea glabra*), lo que podría indicar que las especies de orquídeas asociadas a ellos, deberían de encontrarse en ambos árboles. Además, se observa que el tamarindo, *Dialium guianense* y palo blanco, *Tabebuia donnell-smithii* son los hospederos más alejados del resto, lo que podría indicar poca similitud en cuanto a las orquídeas epífitas encontrados en ellos y los otros 4 árboles.

Por otra parte, la Figura 10B es un acercamiento (de la gráfica original, Apéndice II) de la zona donde se agrupa el mayor número de especies de orquídeas. Existe una fuerte relación entre 4 especies de orquídeas (*Pleurothallis sanchoi*, *P. pansamalae*, *Maxillaria elatior* y *Sobralia crispipilis*) y el naranjo, *Terminalia amazonia*. Luego, la mayoría de las especies de orquídeas se asocian bastante con el cedrillo (*Guarea glabra*) y la barilla (*Calophyllum brasiliense*), aunque con éste último hay dos especies más fuertemente relacionadas: *Elleanthus caricoides* y *Maxillaria scorpioidea*. *Maxillaria variabilis*, *Stelis barbata* y *Pleurothallis leucantha*, son las especies que parecen tener una relación más cercana con el cedrillo. Por último, una orquídea, *Trichosalpinx blaisdellii*, se asocia fuertemente con palo de leche (*Symphonia globulifera*). Estas relaciones pueden indicar el hospedero en el que mejor se desarrollan las orquídeas que se le asociaron.

En anexos (Apéndice II), se muestra la gráfica original de todas las especies de orquídeas agrupadas con sus hospederos. En ella se observa que, palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), a pesar de ser un hospedero alejado de los demás árboles, muestra una fuerte relación con tres especies de orquídeas: *Epidendrum ramosum*, *Jacqiniella cobanensis* y *J. teretifolia*.

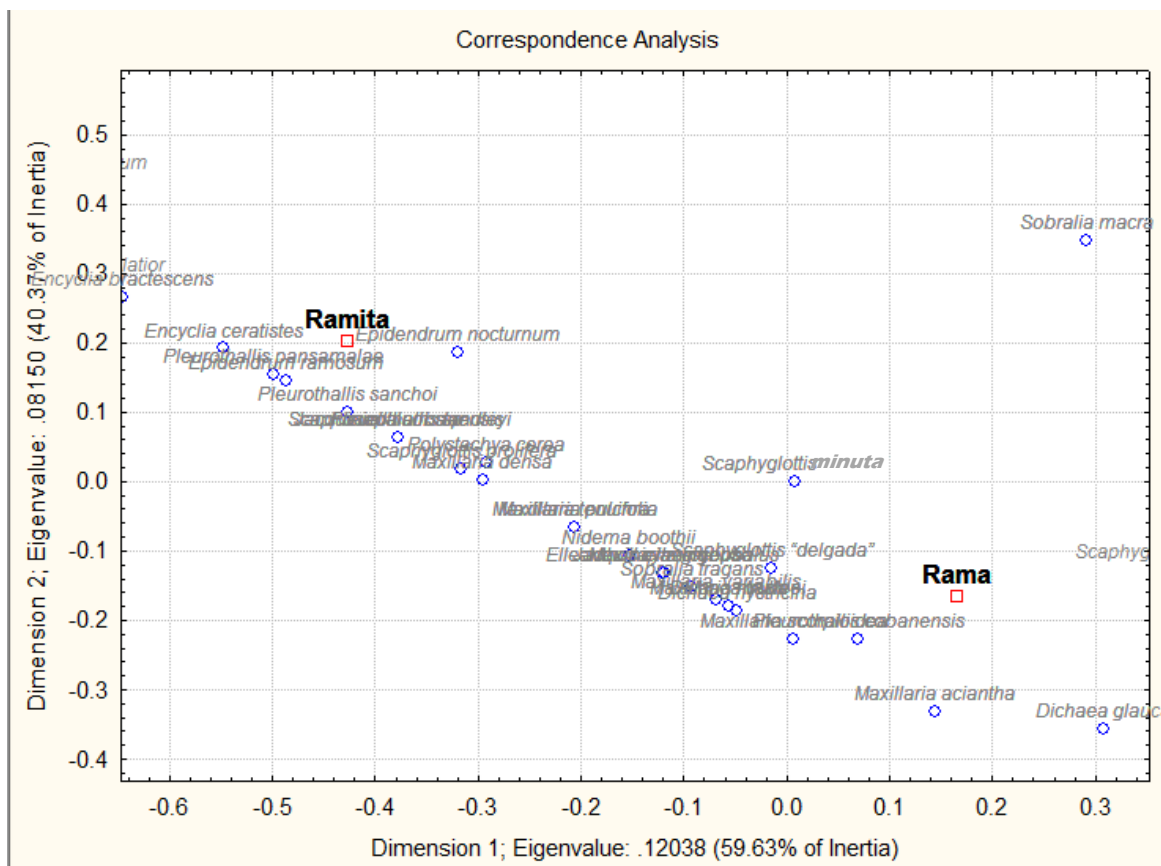
Para mejorar el análisis anterior, se realizó otro análisis de correspondencia utilizando únicamente los géneros de las orquídeas, junto con las seis especies de árboles hospederos (Fig. 11). De nuevo se observa una asociación clara entre palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) y los géneros *Jacquinella* y *Epidendrum* y, cómo el tamarindo (*Dialium guianense*) no se relaciona con ninguna orquídea ni el resto de hospederos. Además, existen dos géneros de orquídeas que no muestran relación cercana con ningún hospedero: *Mormodes* y *Brassia* (esto podría deberse al bajo muestreo de cada uno, 3 y 2 individuos, respectivamente). El resto de los géneros presentan una relación muy fuerte hacia cedrillo (*Guarea glabra*), barilla (*Calophyllum brasiliense*) y naranjo (*Terminalia amazonia*). El anexo III muestra un acercamiento de esta zona para observar mejor las relaciones más fuertes, tales como: naranjo con *Elleanthus*, *Lacaena* y *Encyclia*; barilla con *Scaphosepalum* y cedrillo con *Scaphyglottis*.

FIGURA 11. Análisis de Correspondencia para los hospederos y los géneros de orquídeas



Este análisis de correspondencia también se realizó para las zonas de los hospederos y las especies de orquídeas en ellas (Anexos IV), donde se observa una fuerte relación entre el tronco de los árboles y tres especies de orquídeas: *Maxillaria fulgens*, *Sobralia crispipilis* y *Lacaena bicolor*. Por la cantidad de especies de orquídeas, las relaciones con rama y ramita son difíciles de observar, por lo que la Figura 12 muestra un acercamiento de esta zona (del anexo IV) para visualizar mejor las relaciones más fuertes. Se observa que las especies *Epidendrum nocturnum*, *E. ramosum*, *Encyclia ceratistes* y *Pleurothallis pansamalae*, muestran una fuerte relación con la ramita de los árboles hospederos. Por el contrario, con la rama, hay dos especies: *Pleurothallis cobanensis* y *Maxillaria scorpioidea*; *M. aciantha* también está bastante cercana.

FIGURA 12. Acercamiento del análisis de Correspondencia (Apéndice IV) para las zonas de los hospederos y las especies de orquídeas



A partir de los análisis de correspondencia se realizó el Cuadro 9, donde se muestran, aquellas especies de orquídeas (N = 18) asociadas fuertemente a un hospedero y zona del mismo (fotografías en anexos, apéndice V). Las especies encontradas solamente en alguno de estos dos casos (por hospedero o zona), fueron buscadas dentro de las figuras para determinar el dato faltante y así completar la información. Se observa que existe una relación fuerte entre la ramita de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) y dos especies del género *Jacquiiniella* (*J. cobanensis* y *J. teretifolia*) y *Epidendrum ramosum*. Una especie, *Sobralia crispipilis* muestra una fuerte relación hacia el tronco del naranjo (*Terminalia amazonia*); luego dos especies de *Pleurothallis*, *P. sanchoi* y *P. pansamalae*, y *Maxillaria elatior* la tienen con la ramita de este hospedero. Hay tres especies asociadas a barilla (*Calophyllum brasiliense*), cinco al cedrillo (*Guarea glabra*) y una con la rama de palo de leche (*Symphonia globulifera*): *Trichosalpinx blaisdellii*.

CUADRO 9. Especies de orquídeas con las relaciones más fuertes hacia hospedero y zona

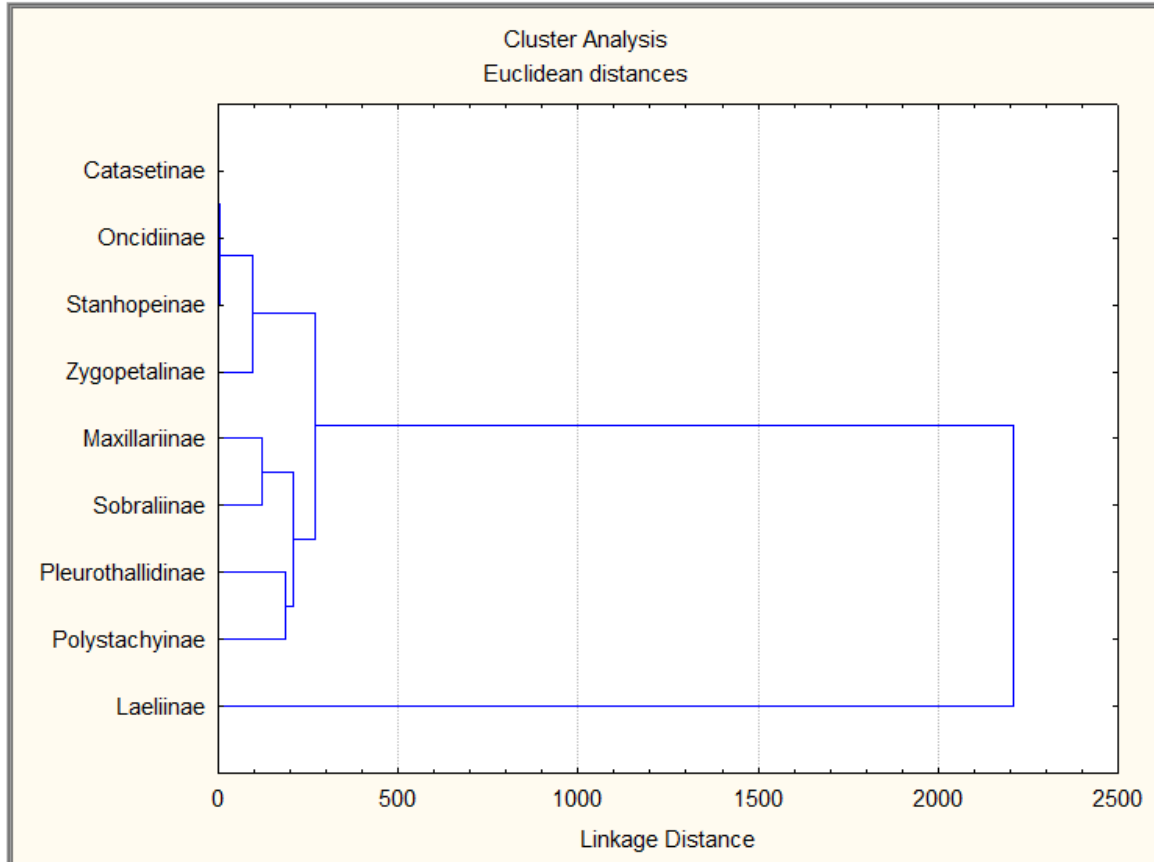
Especie orquídea	Hospedero	Zona del hospedero
<i>Elleanthus caricoides</i>	Naranjo, <i>Terminalia amazonia</i>	Ramita
<i>Encyclia ceratistes</i>	Cedrillo, <i>Guarea glabra</i> *	Ramita
<i>Epidendrum nocturnum</i>	Cedrillo*	Ramita
<i>Epidendrum ramosum</i>	Palo blanco, <i>Tabebuia donnell-smithii</i>	Ramita
<i>Jacquiiniella cobanensis</i>	Palo blanco	Ramita*
<i>Jacquiiniella teretifolia</i>	Palo blanco	Ramita
<i>Lacaena bicolor</i>	Naranjo	Tronco
<i>Maxillaria elatior</i>	Naranjo	Ramita*
<i>Maxillaria fulgens</i>	Naranjo*	Tronco
<i>Maxillaria scorpioidea</i>	Barilla, <i>Calophyllum brasiliense</i>	Rama
<i>Maxillaria variabilis</i>	Cedrillo	Rama*
<i>Pleurothallis cobanensis</i>	Cedrillo*	Rama
<i>Pleurothallis leucantha</i>	Cedrillo	Rama*
<i>Pleurothallis pansamalae</i>	Naranjo	Ramita
<i>Pleurothallis sanchoi</i>	Naranjo	Ramita*
<i>Scaphyglottis minuta</i> *	Barilla	Rama
<i>Scaphyglottis delgada</i> *	Naranjo	Rama
<i>Sobralia crispipilis</i>	Naranjo	Tronco
<i>Stelis barbata</i>	Cedrillo	(Entre las 3 zonas)*
<i>Trichosalpinx blaisdellii</i>	Palo de leche, <i>Symphonia globulifera</i>	Rama*

*Representa los casos que fueron buscados porque las relaciones no fueron tan definidas como en los otros casos

Para información adicional a los resultados presentados sobre las orquídeas y las zonas de hospederos en las que se encontraron, se presenta un cuadro de presencia/ausencia de las mismas en cada zona (Apéndice V). En éste se puede observar que, por ejemplo, las tres especies del Cuadro 9, que aparecen en la zona tronco (*Lacaena bicolor*, *Maxillaria fulgens* y *Sobralia crispipilis*), efectivamente fueron recolectados en ella. Es interesante, además, que en el apéndice V se puede observar casos específicos en los que las especies de orquídeas sólo fueron recolectadas en una zona de hospedero y, estos datos no se observan tan claramente en los análisis de correspondencia (por ejemplo, *Brassia verrucosa* recolectada en la rama).

3. **Análisis de agrupamiento.** Se realizó un análisis de agrupamiento para las subtribus de los 25 géneros de orquídeas ya que el mismo resulta muy confuso de visualizar con un número tan elevado de especies. La Figura 13 muestra la separación principal de una subtribu, Laeliinae, del resto de subtribus que forman asociaciones entre ellas. Se observa que luego aparecen dos grupos mayores, donde se encuentran los siguientes subgrupos: Polystachyinae con Pleurothallidinae, que se relacionan con el grupo de Sobraliinae y Maxillariinae. Luego se forma el grupo de Zygopetalinae que se relaciona con Stanhopeinae y Oncidiinae; la subtribu Catasetinae queda como el grupo más alejado.

FIGURA 13. Análisis de agrupamiento por subtribus* de orquídeas



* Los géneros incluidos en cada tribu son: Laeliinae – *Encyclia*, *Epidendrum*, *Jacquinella*, *Nidema* y *Scaphyglottis*; Polystachyinae – *Polystachia*; Pleurothallidinae – *Lepanthopsis*, *Platystele*, *Pleurothallis*, *Scaphosepalum*, *Stelis* y *Trichosalpinx*; Sobraliinae – *Elleanthus* y *Sobralia*; Maxillariinae – *Maxillaria* y *Trigonidium*; Zygopetalinae – *Dichaea* y *Galeottia*; Stanhopeinae – *Gongora*, *Kegeliella*, *Lacaena* y *Stanhopea*; Oncidiinae – *Brassia* y *Oncidium*; Catasetinae – *Mormodes*.

IV. Discusión

A. Fase de recolección de datos (Programa piloto)

Este estudio comprendió el análisis estadístico de los resultados obtenidos en una muestra de 40 árboles, de 6 especies diferentes y, el número de especies y géneros de orquídeas, encontrados en cada uno, se presenta en el Cuadro 1. Aquí se observa claramente que la mayor cantidad (N: 59) de especies de orquídeas, distribuidas en 21 géneros, se encontraron en *Guarea excelsa* (cedrillo). En este punto es necesario recalcar que éste fue el hospedero más muestreado (N: 20) pero, aún así, esto también indica que este árbol es un hospedero que alberga un alta población de orquídeas epífitas. El naranjo (*Terminalia amazonia*) también presenta una alta cantidad de especies de orquídeas, con un total de 48 especies recolectadas en 17 géneros, lo que indica que es otro hospedero importante para las orquídeas. Palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), barilla (*Calophyllum brasiliense*) y palo de leche (*Symphonia globulifera*), con 2, 4 y 2 árboles muestreados, presentan una cantidad similar de especies de orquídeas: 21, 27 y 23, respectivamente. El único tamarindo (*Dialium guianense*) muestreado albergaba 5 especies de orquídeas distribuidas en 4 géneros. Por lo tanto, este primer cuadro permite observar un poco la diversidad de especies de orquídeas presente en cada hospedero muestreado e, incluso, las semejanzas entre ellos en cuanto a la cantidad de especies que se encuentran en cada uno de ellos.

En el Cuadro 2, se presenta el promedio de individuos de orquídeas recolectados en cada uno de los hospederos. El árbol hospedero con el mayor promedio de individuos recolectados (237), en total, fue el cedrillo, *Guarea glabra*, pero éste fue el árbol con mayor muestreo (N: 20). Por otra parte, el tamarindo, *Dialium guianense*, con solamente un árbol muestreado, presenta, en promedio, una mayor colecta de especímenes (222), por individuo, pero debe considerarse que la mayor cantidad de ellos pertenecen a una misma especie, *Scaphyglottis delgada* (214 individuos pertenecen a esta especie de los 221 recolectados en total en el árbol). Esto, por lo tanto, da una idea de la diversidad encontrada en cada hospedero: el tamarindo presenta menos diversidad, aunque un número elevado de

individuo. Luego, en cuanto a las zonas de los hospederos, se observa que la rama es la que presenta el promedio total más alto de individuos colectados (616), representado como la suma total de los promedios de cada uno de los 6 hospederos. La ramita, con un promedio total de 242 individuos, recolectados entre los 6 hospederos, es la otra zona más alta, ya que el tronco solamente presentó un promedio total de 13 individuos recolectados para los 6 árboles.

Las diferencia en el promedio de individuos de orquídeas encontradas entre cada una de las zonas de los hospederos también puede observarse en la figura 3. Ésta, como un complemento al Cuadro 2, ilustra las diferencias en cuanto a la colecta de individuos de orquídeas en cada árbol. Como se mencionó, al tener únicamente un árbol de tamarindo (*Dialium guianense*) muestreado, el promedio de individuos de orquídeas es el más alto para la rama de este árbol, con 214 individuos. Del total de individuos recolectado en tamarindo, 212 individuos pertenecían a una sola especie: *Scaphyglottis delgada*. Por lo tanto, se observa que es un hospedero con poca diversidad de especies de orquídeas. Esta figura también permite observar que el cedrillo (*Guarea excelsa*) es el hospedero con más individuos recolectados en la rama y el resto de hospederos presenta un promedio bastante similar entre ellos. También se aprecia que los únicos dos hospederos que presentaban orquídeas en la zona denominada tronco, fueron el cedrillo y el naranjo (*Terminalia amazonia*).

En este punto es necesario aclarar que la diferencia en el número de árboles muestreados se debe a que el mismo se realizó en árboles talados ilegalmente por vecinos del área. Por lo tanto, no podía aplicarse un muestreo equitativo entre todos los hospederos y, como se mencionó en la metodología, el muestreo en árboles en pie no fue posible. Esta segunda manera de muestreo se probó en diferentes árboles vivos, pero la identificación de especies epífitas fue casi imposible. Las únicas especies que se lograron identificar fueron las bromelias grandes, en su mayoría, encontradas en el tronco de los árboles, por lo que se concluyó que este tipo de epífitas (grandes con características que permitan su fácil distinción) serían las más aptas para este tipo de muestreo. La altura de los árboles encontrados en el sitio de estudio es el obstáculo principal, ya que, para árboles tan altos

(mayores a 15 metros – mayoría de los muestreados, por ejemplo), no se cuenta con equipo necesario que permita escalarlos sin correr riesgos.

En cuanto a la densidad absoluta (como el número de individuos de orquídeas por unidad de muestreo, 40 árboles) de las especies de orquídeas (Cuadro 3), se observa que dos especies, del mismo género, son las más abundantes: *Scaphyglottis minuta*, con 1825 individuos (densidad absoluta = 45.63 individuos por árbol) y *S. delgada* con 1222 individuos (densidad = 30.55). Por consiguiente, estas especies con el 24.2% y el 16.2%, respectivamente, son las que tienen el promedio más alto de individuos recolectados dentro del total reportado (N: 7551). La suma de estos promedios equivale al 40.4%, lo que representa casi la mitad de individuos recolectados, distribuidos en únicamente 2 especies de orquídeas (de las 66 aquí estudiadas). Por lo tanto, este número de individuos tan elevado, en comparación con la tercera especie más abundante, *Elleanthus caricoides*, con 505 (densidad = 12.63) y únicamente un 6.7%, demuestra que pueden ser especies muy bien adaptadas al ecosistema u hospederos estudiados. También podría indicar que son especies más generalistas que requieren de menos características ambientales puntuales para poder sobrevivir o con rangos de tolerancia, hacia condiciones ambientales, mucho mayores.

Por el contrario, las especies con densidades mucho más bajas, entre 0 y 1, podrían ser especies con requerimientos de hábitat muy específicos, por lo que su reproducción dentro del área es más limitada. Además, la Figura 4 muestra que el número de especies menos generalistas es de 40, lo que podría señalar un punto clave para la conservación de orquídeas epífitas raras, cuya densidad podría verse mucho más afectada por la reducción y pérdida de hábitat. En este punto es importante mencionar que estos datos brindan información importante sobre el alto número de especies de orquídeas que requieren atención en cuanto a planes de conservación. Es necesario hacer estudios puntuales acerca de los requerimientos ambientales de estas especies (abarcando principalmente las especies de las que se colectaron únicamente 1, 2 ó 3 ejemplares, que serían consideradas raras en este ecosistema). Estudios de hospederos idóneos para estas especies raras es indispensable, así como la zona de los mismos en donde son encontradas, para poder hacer programas de

reintroducción exitosos. Por lo tanto, debe establecerse un estudio de campo donde se pueda obtener la mayor información ecológica de estas especies, abarcando hospedero, zona del mismo, abundancia de la especie estudiada (en todos y cada uno de los hospederos encontrados), condiciones bajo las que se encontraba (incluyendo sombra, cantidad de luz solar directa, humedad, viento) lo cual puede ser clave para poder reproducir esas condiciones si se llegan a recolectar individuos para mantenerlos en invernaderos hasta su reintroducción en áreas donde no hay tala de árboles. Además, si se puede determinar las especies de hospederos que son aptas para estas orquídeas, durante la fase de siembra de árboles (en las zonas donde hubo tala), ya se contaría con las especies que pueden ser mejores para la sobrevivencia de las orquídeas y, por lo tanto, se podría disminuir la tasa de muerte de los individuos.

B. Análisis de diversidad

Para el análisis de diversidad se obtuvo el índice de Simpson y el de Shannon-Wiener para cada una de las zonas de los hospederos estudiados (Cuadro 4). El índice de Simpson se utiliza para señalar dominancia de los grupos y, por lo tanto, entre más cercano a uno, menos diversidad presenta el sitio. Por otra parte, el índice de Shannon-Wiener señala diversidad a través de la probabilidad de que un individuo seleccionado al azar pertenezca a determinada especie y, entre más cercano a cero, menor es la diversidad del sitio.

Según el índice de Simpson (D), la zona y hospedero con mayor diversidad es la rama del naranjo, *Terminalia amazonia* (D: 0.082); esto es interesante ya que muestra ser un sitio en donde existe un mayor número de especies de orquídeas que han logrado desarrollarse, considerando que no fue el hospedero con más individuos recolectados (197 individuos en promedio). Por lo tanto, ésta es una zona que debe presentar características aptas para un grupo bastante elevado de especies de orquídeas; características ambientales como disponibilidad de luz y humedad moderada, en otras palabras, de una forma ni excesiva ni muy escasa, que afecte el desarrollo de las plantas.

Otro aspecto importante es que ambos índices muestran que la ramita del cedrillo, *Guarea glabra*, es la zona con más diversidad (la segunda para el índice de Simpson), con H' : 1.28 (Shannon-Wiener) y D : 0.098. Esto también muestra que es una zona donde habitan o se encuentran bastantes especies, a pesar de no ser la zona con más individuos encontrados. Lo que sí se puede observar es que, el tercer lugar ocupado en cuanto a diversidad, lo tiene la rama del cedrillo (D : 0.102 y H' : 1.243). Esto demuestra que, a pesar de ser el sitio con más individuos (por la zona y por el hospedero), posiblemente en éste se encuentren las especies dominantes o aquellas que tienen más individuos que logran colonizar ese sitio. Además, de nuevo se muestra que la rama es una zona que puede presentar características ambientales aptas para el desarrollo de bastantes especies de orquídeas epífitas en el área.

La zona con menos diversidad está ocupada por la rama de tamarindo (*Dialium guianense*), para ambos índices de diversidad, D : 0.981 y H' : 0.026. Aunque no sea el sitio con menor cantidad promedio de individuos encontrados, éste posee pocas especies y, posiblemente también se encuentran algunas especies con cierto dominio o capacidad de colonización de este hospedero. Incluso, de manera general, analizando el hospedero, éste es el que menos diversidad contiene: de los 221 individuos de orquídeas recolectados, 214 son *Scaphyglottis delgada*. En este punto, no se puede determinar si esta poca diversidad se deba al hospedero o a requerimientos de las orquídeas encontradas en él, ya que solamente se muestreó un árbol de esta especie.

C. Análisis de Preferencia de las orquídeas hacia los árboles hospederos

Se puede observar, ante la selección de un hospedero por parte de las epífitas (Cuadro 5), que la probabilidad es menor a 0.05 ($p = 0.0000001$), por lo que se rechaza la hipótesis nula planteada (No existe diferencia significativa en las frecuencias de las orquídeas encontradas en cada especie de hospedero) y sí existe una diferencia significativa. Por lo tanto, entre estos árboles hospederos, sí hay preferencia por el cedrillo (*Guarea glabra*), y esto se observa en el histograma de frecuencias (Figura 5). En éste se puede ver claramente que, de los 6 árboles hospederos analizados, el cedrillo es significativamente más ocupado

por las orquídeas encontradas en el área. Además, también existe cierta preferencia por el naranjo (*Terminalia amazonia*) y, entre el resto, es muy poca la predilección hacia ellos.

Es importante el hecho que el cedrillo es el árbol que más se trabajó (N = 20), teniendo más individuos epífitos en promedio. Esto demuestra que el árbol es una especie importante tanto para las personas como para las epífitas ya que, las primeras, podrían preferirlo por tener una buena madera para trabajar. En el área de estudio existe mucha tala ilegal por parte de vecinos, en busca de árboles que les puedan proveer buena madera; lastimosamente, luego de cortar un árbol, las personas toman únicamente lo que necesitan y, el resto, lo dejan ahí derribado (esto ocurre así ya que este bosque no pertenece a las personas, por lo que, para ellos, no es una pérdida de un bien propio). Por lo tanto, las epífitas también quedan abandonadas y, como se observa, es una cantidad significativa de estas plantas las que se encuentran en estos árboles. Por eso, aún cuando existe sesgo en los datos aquí trabajados, no puede omitirse que este hospedero es uno de gran importancia para las epífitas del sitio y, por lo tanto, uno con una gran amenaza ya que su destrucción representa una pérdida significativa de diversidad de epífitas.

El naranjo, *Terminalia amazonia*, es un caso similar, pero su muestreo fue menor, N = 9. De igual forma, muestra una cantidad de epífitas (1774) significativamente mayor al resto y también es altamente habitado por estas plantas (Cuadro 6). De los 4 hospederos restantes, se observa que, la barilla (*Calophyllum brasiliense*) no tiene tantas epífitas como el palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*). Este último tiene solamente 2 árboles muestreados y, aún así, muestra un mayor número de orquídeas que la barilla, con 4 árboles muestreados. Por lo tanto, palo blanco podría ser otro hospedero importante, en comparación con los demás.

Por otra parte, se observa que, en la preferencia hacia una zona de los hospederos (Cuadro 7), la probabilidad es menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula planteada (No existe diferencia significativa en las frecuencias de las orquídeas encontradas en cada zona de los árboles hospederos) y si existe una diferencia significativa. En la Figura 6 se observa que la zona del hospedero preferida por las orquídeas, de manera significativa

($p = 0.0000001$), es la rama de los árboles. Además, que el tronco no es una zona tan colonizada por las orquídeas. Pero debe considerarse que, los resultados aquí presentados muestran cierto sesgo, realizado por parte de las personas que talaron los árboles, ya que, por lo general, de esta zona extraen una parte, lo que significa cierta pérdida de individuos de orquídeas para el muestreo que se realizó. En este caso, se podría pensar que, al ser una zona expuesta directamente a la luz solar, las plantas se pueden ver afectadas por este factor, por lo que prefieren aquellas zonas en donde existe cierta restricción de la luz (pero esto aplicaría para las áreas externas del bosque, en los árboles que se encuentran expuestos a sitios donde no hay más árboles). Además, podría considerarse que la posición vertical de los árboles dificulta el anclaje de las epífitas, por lo que las otras áreas podrían ser más fáciles de colonizar, facilitando su desarrollo. Otro factor importante es el flujo de aire en estas zonas: el tronco es una zona, que, al estar en la parte baja (sotobosque), queda con menor flujo de aire, en comparación con las otras dos zonas. Por lo tanto, las ramas y ramitas pueden ser sitios con menos movimiento de patógenos, que permiten que las plantas puedan desarrollarse sin tanta exposición hacia los mismos, debido a un flujo de aire mayor en estas zonas.

En cuanto a la diferencia entre la preferencia hacia rama o ramita, la edad de estos sustratos puede ser un factor clave para la colonización por parte de algunas especies: aquellas con un desarrollo más lento, podrían sobrevivir mejor en las ramas de los árboles, por estar éstas últimas ya desarrolladas. En cambio, las ramitas, por ser una zona joven, podría ser aptas para aquellas orquídeas pequeñas o las que presentan un crecimiento mucho más rápido. Por ejemplo, especies con pseudobulbos, como las del género *Lycaste* o *Mormodes*, podrían tener un crecimiento más lento que aquellas sin pseudobulbos, como *Epidendrum* o “miniaturas” como *Pleurothallis*.

A partir de las cantidades de individuos encontrados en cada zona de los hospederos, se calcularon los porcentajes correspondientes (Cuadro 8). Se observa que un 63.8% de los individuos recolectados se encontraban en las ramas de los árboles. El resto quedó distribuido en ramita con 33.1% y en tronco, con el porcentaje más bajo, 3.1%. Por su lado, Johansson (en Benzing 1990) estableció que los porcentajes de las epífitas en árboles de

África eran: 4% para la periferia de la copa, 48.5% en la copa media, 27.7% en el centro de la copa y 19.8% para el tronco (superior e inferior). En cuanto a la distribución en la copa, ambos estudios muestran que el número de individuos en la rama es mucho mayor que el número en las ramitas y, el Johansson creía que la supervivencia en las ramitas era determinada por la sequía. Por lo tanto, con base en ese dato, las orquídeas encontradas en la finca Cahaboncito podrían ser especies adaptadas a poca humedad y un mayor porcentaje de sol, mientras que las encontradas en la rama serían mucho más dependientes de la humedad y de la cantidad solar disponible. Por otra parte, la diferencia tan grande en cuanto a los datos del tronco de los árboles (3.1% contra el 19.8% de Johansson) se debe a que en este estudio hubo pérdida de datos ya que se trabajó con árboles que habían sido talados en alguna parte del tronco. Por lo tanto, no podría establecerse si el porcentaje de orquídeas podría ser mucho más elevado y aún mayor que en ramitas, como en el caso de Johansson o si, efectivamente, con los datos de esta zona, las epífitas se encuentran más en las ramitas.

Este Cuadro 8 también presenta el número de especies de orquídeas, y su respectivo porcentaje, encontradas para cada zona del hospedero. Se encontraron 55 (42.3%) especies de orquídeas en las ramas de los árboles, 58 (44.6%) en las ramitas y 17 (13.2%) en el tronco. A pesar que la rama es el sitio con un número significativamente mayor de individuos colectados (N: 4077), éste presenta tres especies de orquídeas menos que la ramita (con 2118 individuos). Por lo tanto, aún cuando la diferencia no sea significativa, la diversidad en la ramita parece ser más alta.

D. Análisis estadístico complementario

- 1. Correlaciones.** Se realizaron tres análisis de correlación para determinar la intensidad de asociación entre la altura y DAP del hospedero y las especies de orquídeas (Figs 7-9). En primer lugar, la Figura 7 muestra que no existe relación ($r^2 = 0.03$) alguna entre la altura de los árboles hospederos con el DAP que llegarán a tener. Por lo tanto, un árbol muy alto puede tener un tronco grueso o delgado y viceversa; el valor de estas variables no está determinada por ninguna de ellas dos.

En cuanto a la relación entre altura y DAP de los árboles con las especies de orquídeas (Figuras 8 y 9, respectivamente), se observa que la asociación entre estos factores es muy baja. Por lo tanto, la altura de los árboles hospederos no es un factor que determine la cantidad de orquídeas que podrán ser encontradas en el hospedero ($r^2 = 0.01$) y, entre los dos casos, éste es el que menos importancia muestra hacia las orquídeas. Incluso, se observa que no hay un patrón claro entre los diferentes hospederos (marcados por color en la gráfica). Lo único que se observa es que, la mayor cantidad de individuos de orquídeas fueron encontrados en árboles de cedrillo (la mayoría de puntos azules sobre la línea de tendencia) pero, como se mencionó, cuando se realizó la correlación solamente con este hospedero, tampoco se estableció una relación entre la altura del mismo y la cantidad de individuos que albergaba. Por el contrario, el DAP del tronco de los árboles y las orquídeas muestran una relación mayor ($r^2 = 0.08$), pero la correlación entre ellos tampoco puede ser predicha por este modelo. Ambos casos, de cierta manera, pueden reflejar que otros factores, como humedad ambiental o flujo de aire, son más importantes para el desarrollo de estas plantas que la altura y el diámetro del árbol hospedero en sí.

Cabe mencionar que se realizaron las correlaciones entre estos factores y los hospederos con los muestreos más altos, cedrillo (*Guarea glabra*) y naranjo (*Terminalia amazonia*). Los resultados obtenidos tampoco demostraron modelos que tuvieran ajustes más significativos, para ninguno de los casos realizados. Por lo tanto, no se colocaron estos resultados en este trabajo, ya que no fueron significativos ni demostraron información diferente a la descrita para las correlaciones anteriores.

2. Análisis de correspondencia. La Figura 10A presenta la relación entre los hospederos muestreados, la cual se colocó con el fin de facilitar la visualización de éstos en el espacio y, la comprensión de sus relaciones con las especies de orquídeas en la Figura 10B. Se observa que existe una fuerte relación positiva entre la mayoría de las especies de orquídeas y tres árboles hospederos: cedrillo (*Guarea glabra*), barilla (*Calophyllum brasiliense*) y naranjo (*Terminalia amazonia*). Estas orquídeas, por lo tanto, deben encontrarse en estos tres hospederos, con facilidad de desarrollarse en ellos. Algo muy interesante es que, a pesar que la barilla,

Calophyllum brasiliense, tuvo un muestreo bajo (N = 4), las orquídeas que hospeda están fuertemente relacionadas con las del cedrillo, *Guarea glabra* (con N = 20). Esto puede indicar que estos son árboles de importancia para las especies e, incluso, la reintroducción de ejemplares, en ambos hospederos, puede realizarse de forma similar y podría ser exitosa. El naranjo, también parece ser otro buen hospedero para estas especies y, por lo tanto, ayudaría también para la reintroducción de ejemplares. Palo de leche (*Symphonia globulifera*), es el otro hospedero que está más cercano con los tres antes mencionados, ya que los dos árboles restantes, palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) y tamarindo (*Dialium guianense*), no parecen estar relacionados debido a las especies de orquídeas que fueron encontrados en ellos.

Una posible explicación hacia la preferencia de los tres hospederos, con mayor relación, puede ser su corteza. Se sabe que la misma, para estas tres especies hospederos (*Calophyllum brasiliense*, barilla; *Guarea glabra*, cedrillo y *Terminalia amazonia*, naranjo), es una de tipo un tanto liso. Además, la de barilla es bastante fisurada, la del cedrillo puede ser fisurada y presentar escamas y la del naranjo se desprende fácilmente. Este tipo de corteza permitiría que las epífitas tengan cierta facilidad para sostenerse, a través de las fisuras, por ejemplo, que permiten una mayor penetración de las raíces de las orquídeas. Por otra parte, palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), presenta una corteza considerablemente lisa o, a veces, con grande escamas. En este caso, la corteza tan lisa debe dificultar el desarrollo de las epífitas sobre éste (o, hasta cierto punto, podría ser un limitante para algunas especies); esto podría explicar porqué está tan separado con respecto a los demás hospederos (Fig. 10a). Por otra parte, el tamarindo, *Dialium guianense*, y palo de leche, *Symphonia globulifera*, presentan cortezas distintas a los demás hospederos: la de tamarindo es delgada y lisa, pero con pelos a lo largo de todo el árbol; la de palo de leche es dura (Parker 2008). Además, el tamarindo es un árbol caducifolio, lo que podría ser un limitante para el desarrollo de epífitas, ya que muchas de ellas no buscan luz directa y, al perder las hojas, éstas quedarían expuestas al sol (Conabio 2010). Las características de estos dos hospederos podrían ser claves para el desarrollo de orquídeas epífitas en ellos y, por lo tanto, no son tan colonizados como los otros árboles. Aún con esta información,

podría ser útil hacer un estudio de todos los hospederos para determinar las características que podrían ser claves en su relación con las orquídeas.

En cuanto a las orquídeas, se observa que, de las tres especies del género *Jacquinella*, dos (*J. cobanensis* y *J. teretifolia*) están bastante relacionadas con Palo Blanco (*Calycophyllum bilforum*), lo que podría indicar que éste puede ser un buen hospedero para las mismas; al igual que para *Epidendrum ramosum*. Por otra parte, *Brassia verrucosa* y *Mormodes nagelii*, están más alejadas del resto de orquídeas y, en base a la gráfica en apéndices II, podrían estar más relacionadas hacia Palo de Leche (*Symphonia globulifera*) que hacia otro hospedero. De igual forma, estas podrían ser especies que no se adaptan fácilmente en estos hospederos o tener requerimientos ambientales más específicos, pues únicamente se encontraron 2 y 3 individuos (respectivamente) de estas especies en todo el muestreo. En cuanto a especies relacionadas con el tamarindo (*Dialium guianense*), solamente *Scaphyglottis delgada* y *Lacaena bicolor*, aparecen un poco cerca a él (fig. 10B), pero no es una relación fuerte como en otros casos. Por lo tanto, éste debe ser un árbol que sólo es colonizado en ciertas ocasiones o quizá algún factor ambiental sea el que favorezca a estas orquídeas en específico.

Este análisis también se realizó entre hospederos y solamente géneros de orquídeas (Figura 11). Al igual que en el caso anterior, cedrillo (*Guarea glabra*), barilla (*Calophyllum brasiliense*) y naranjo (*Terminalia amazonia*) son los árboles que presentan la relación más fuerte con el mayor número de géneros de las orquídeas. Importante también es que *Jacquinella* (principalmente) y *Epidendrum* se correlacionan con palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), lo que asegura que éste podría ser un hospedero clave para las orquídeas de estos géneros. También se observa que palo de leche (*Symphonia globulifera*) se correlaciona con el género *Pleurothallis*, pero, por el contrario, el tamarindo (*Dialium guianense*), no muestra una relación con ningún género de orquídea; pero debe considerarse que solamente se muestreó un árbol de esta especie. Por último, hay ciertos géneros, *Brassia* y *Mormodes* principalmente, que no están asociados a ninguno de los hospederos (incluso su muestreo es bajo), indicando que éstos no deben ser adecuados para la reintroducción de estos ejemplares, considerando que esto también podría deberse a

requerimiento ambientales más específico por parte de estas especies, Por ejemplo, según M. Dix (comm. personal 2011), *Mormodes*, con frecuencia, está asociada a troncos podridos, lo que podría indicar porqué esta especie tuvo un tan bajo muestreo en esta investigación.

La región de la Figura 11, en donde están la mayoría de los géneros agrupados con tres hospederos barilla, naranjo y cedrillo (*Calophyllum brasiliense*, *Terminalia amazonia* y *Guarea glabra*), fue agrandada para observar las relaciones específicas entre éstas (Apéndice III). Se observa que, *Lacaena* muestra una fuerte relación con naranjo, indicando que éste podría ser un buen hospedero para el mismo. Otros 5 géneros, *Elleanthus*, *Sobralia*, *Maxillaria*, *Dichaea* y *Stelis*, se acercan más hacia este hospedero pero muestran cierta correlación con barilla. *Scaphosepalum*, se relaciona más con barrilla y, de manera más alejada se encuentran *Polystachya* y *Platystele*. Por último, *Scaphyglottis* está más relacionada hacia Cedrillo. Estas relaciones son un ejemplo de hospederos que pueden favorecer la reintroducción de aquellas especies cuya relación hacia un árbol en específico no es tan clara, como en los casos observados y mencionados de la Figura 10B.

El análisis de correspondencia para las zonas de los hospederos (Apéndice IV) muestra la relación de ciertas especies hacia el tronco: *Maxillaria fulgens* y *Sobralia crispipilis*. Por lo tanto, estas son especies que deben adaptarse mejor en esta zona; *Lacaena bicolor* también se correlaciona con esta zona pero no tan fuerte como las dos especies anteriores, posiblemente porque sólo hubo 8 individuos recolectados. Luego, el resto de especies quedan relacionadas con la rama y ramita, como era de esperarse (pues son las zonas más habitadas por la epífitas, como se ha demostrado en la Figura 6, por ejemplo) y, para una mejor observación de estas relaciones, se presenta un acercamiento de la misma (Fig. 12). En la zona ramita, hay dos asociaciones muy fuertes con *Epidendrum nocturnum* y *Encyclia ceratistes*, al igual que *Pleurothallis sanchoi* y *Epidendrum ramosum*; *Pleurothallis pansamalae* también está bastante cercana. De lo que se puede ver para rama, existe una fuerte relación con *Pleurothallis cobanensis*, *Maxillaria aciantha*, *M. scorpioidea* y *Scaphyglottis lindleyana*.

Comparando, nuevamente, estos resultados con los propuestos por Johansson en 1975 (según Benzing 1990), se observan aspectos importantes. Primero que todo, se marcan ciertas asociaciones claras entre algunas especies de orquídeas y zonas del forofito, como fue el caso del tronco con *Sobralia crispipilis*, por ejemplo; Johansson también estableció que cada zona tenía su juego único de orquídeas epífitas, aunque con cierto traslape. En segundo lugar, como ya se había mencionado, se observa que el mayor número de orquídeas se encuentran en la rama (> 10 cms), seguido por la ramita (0 – 10 cms). Por último, Johansson sugiere que la colonización de las zonas debía estar limitada por la humedad en las ramitas y por la luz en las ramas. En este caso, ésta es una de las recomendaciones mayores del estudio: analizar datos ambientales como humedad, temperatura, viento y cantidad de lluvia anual, los cuales también deben ser factores clave para las orquídeas.

De los análisis de correspondencia mencionados, se obtuvo el Cuadro 9. En éste se presentan las especies de orquídeas, 18 en total, que mostraron una fuerte relación hacia un hospedero y zona del mismo en específico (el asterisco se colocó en aquellos datos que tuvieron que ser localizados dentro de la gráfica, pues no mostraban la relación tan marcada o fuerte como aquellos que no presentan el asterisco). Este cuadro podría permitir establecer un pequeño programa de reintroducción de estas especies hacia hospederos y zonas puntuales. Es interesante notar que son pocas las especies (*Maxillaria scorpioidea* y *Pleurothallis cobanensis*) que presentan relación clara hacia la rama del árbol, que fue la zona “preferida” por las orquídeas. Luego, se observa que la ramita del naranjo (*Terminalia amazonia*) es preferida por cuatro especies de orquídeas, *Elleanthus caricoides*, *Pleurothallis pansamalae*, *P. sanchoi* y *Maxillaria elatior*. Las primeras tres especies son epífitas que no presentan pseudobulbos, además, las del género *Pleurothallis* son bastante pequeñas, por lo que sí pueden fácilmente encontrarse en las ramitas de los árboles (que son más delgadas). Por el contrario, *Maxillaria elatior* es una orquídea más grande y sí tiene pseudobulbos, lo que parecería poco probable que se encontrara en las ramitas. Una posible explicación es que los ejemplares recolectados, de esta especie, hayan sido juveniles y, por eso, se muestra cierta “preferencia” hacia la ramita. Por último, el tronco del naranjo es preferido por tres orquídeas: *Maxillaria fulgens*, *Sobralia crispipilis* y *Lacaena bicolor*,

todas ellas, plantas grandes que, posiblemente por su tamaño, se adaptan bien al tronco de los hospederos.

La ramita de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) es preferida por tres orquídeas (todas sin pseudobulbos y de tamaño mediano-pequeño), *Epidendrum ramosum*, *Jacquinella cobanensis* y *J. teretifolia*, relación que se manifestó incluso entre éstos géneros y este hospedero (Fig. 11). Una especie de orquídea miniatura, *Trichosalpinx blaisdellii*, se relaciona fuertemente con palo de leche (*Symphonia globulifera*) y hacia la rama; se puede corroborar en el Apéndice V, donde se ve que este ejemplar fue encontrado únicamente en esta zona. En este caso, posiblemente no sea el tamaño de la planta lo que determina la zona que ocupa en el hospedero sino algún requerimiento, como humedad o poca luz solar. De igual manera, hay una especie de orquídea (mediana con pseudobulbos), *Maxillaria scorpioidea*, que está fuertemente relacionada con la rama de barilla (*Calophyllum brasiliense*).

Por último, la rama del cedrillo (*Guarea glabra*) es preferida por tres especies de orquídeas: *Maxillaria variabilis*, *Pleurothallis cobanensis* y *P. leucantha*. Éstas últimas dos especies son plantas sin pseudobulbos y bastante pequeñas, lo que podría indicar, nuevamente, que habiten esta zona por haber más disponibilidad de humedad y menos luz solar directa. Igualmente, *Stelis barbata* (orquídea sin pseudobulbo y cuyo género depende del agua para abrir sus flores), muestra preferencia hacia el mismo hospedero, pero su relación con alguna zona del mismo no quedó definida. Pareciera que puede encontrarse en cualquiera de las zonas del hospedero, aunque este dato puede que no sea preciso debido a que se colectaron solamente 13 individuos de esta especie.

Es importante observar que, dentro del Cuadro 9 también se colocaron las dos especies más abundantes (aunque, como era de esperarse, por paracer más generalistas, su relación hacia algún hospedero o zona no era tan definida como el resto de especies), *Scaphyglottis minuta* y *S. delgada*, plantas pequeñas con pseudobulbos delgados, ambas con una preferencia hacia la rama pero de barilla y cedrillo, respectivamente. Este último punto resalta lo que se creía en el análisis de diversidad mencionado al principio: “la rama

presenta el tercer lugar de diversidad, posiblemente porque presenta especies dominantes o más abundantes” y, efectivamente, estas dos especies están asociadas a esta zona, lo que representa un grupo dominante que disminuiría la diversidad de orquídeas del sitio (de todos los individuos encontrados en la rama, se espera que un alto número pertenezcan a estas dos especies de orquídeas).

Al observar el apéndice V, un cuadro de presencia/ausencia de las especies de orquídeas en las zonas de los hospederos, se observa que, la mayoría de especies fue encontrada, principalmente, en rama y ramita. Además, si se observa cada una de las especies mencionadas en el Cuadro 9, se verifica que todas ellas sí fueron encontradas en las zonas mencionadas y el análisis de correspondencia sólo especificó la zona con mayor asociación hacia cada especie en particular.

3. **Análisis de agrupamiento.** El último análisis realizado fue un análisis de agrupamiento de las subtribus de orquídeas con el fin de observar algunas relaciones o grupos afines, en base a los datos de hospederos (Figura 13). Lo primero que se observa es que hay dos grupos principales, la subtribu Laeliinae y el resto. Laeliinae está formada por los géneros *Encyclia*, *Epidendrum*, *Jacquinella*, *Nidema* y *Scaphyglottis* y su separación podría deberse al género *Scaphyglottis*, ya que éste muestra el mayor número de individuos recolectados. Además, esta subtribu tiene especies frecuentemente encontradas en cedrillo (*Guarea glabra*), naranjo (*Terminalia amazonia*) y palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) y, por lo tanto, la introducción de ejemplares en estos hospederos, podría ser bastante exitosa.

Las subtribus, Polystachyinae (género *Polystachya*) y Pleurothallidiinae (con los géneros *Lepanthopsis*, *Platystele*, *Pleurothallis*, *Scaphosepalum*, *Stelis* y *Trichosalpinx*), forman el siguiente grupo. Analizando los datos de distribución entre los diferentes hospederos, se observa que ninguna de las orquídeas, pertenecientes a estos géneros, fue recolectada en el tamarindo (*Dialium guianense*). Esto indica que la reintroducción de ejemplares dentro de este árbol, probablemente no será exitosa. Además, solamente 5 individuos del género *Pleurothallis* fueron recolectados en palo blanco (*Tabebuia donnell-*

smithii), lo que también indica que este tampoco parece ser un buen hospedero para reintroducción de especies de orquídeas de estas dos subtribus.

Luego, bastante relacionado a este grupo anterior, aparece la unión de la subtribus Sobraliinae, con los géneros *Elleanthus* y *Sobralia*, y Maxillariinae con *Maxillaria* y *Trigonidium*. A excepción de este último género, los otros tres (*Elleanthus*, *Sobralia* y *Maxillaria*) parecen tener los géneros más generalistas en cuanto a los hospederos que habitan, ya que todos presentan individuos en 5 (de los 6) árboles hospederos: cedrillo (*Guarea glabra*), naranjo (*Terminalia amazonia*), palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*), barilla (*Calophyllum brasiliense*) y palo de leche (*Symphonia globulifera*).

Por último, las subtribus restantes – Zygotetaliinae, Stanhopeinae, Oncidiinae y Catasetinae (la más separada de todos) - presentan clados relacionados entre ellas, posiblemente por que tienen la menor cantidad de individuos recolectados en cualquier hospedero. En el cedrillo (*Guarea glabra*) hubo recolección de, por lo menos, un ejemplar de cada uno de los géneros de orquídeas de estas subtribus, a excepción de *Galeottia* y *Kegeliella*. Por lo tanto, este árbol pareciera ser el mejor para la reintroducción de ejemplares de estas subtribus.

V. Conclusiones

- Existe diferencia significativa en la sobrevivencia de orquídeas en árbol hospedero encontrado en el área 215 de la finca Cahaboncito (con $p = 0.0000001$), principalmente, en el Cedrillo (*Guarea glabra*). Otro hospedero con una alta población de orquídeas fue el naranjo, *Terminalia amazonia*.
- La sobrevivencia de orquídeas es significativa ($p = 0.0000001$) en las ramas de los hospederos muestreados; luego existe una sobrevivencia mayor en las ramitas y, en el tronco, es baja.
- *Scaphyglottis minuta* y *S. delgada* fueron las especies más abundantes en el estudio, con una densidad absoluta de 45.63 y 30.55, respectivamente. La densidad absoluta del resto de especies de orquídeas varía desde 12.6, para la tercer especie más abundante (*Elleanthus caricoides*), hasta 0.03 para *Kegelliela atropilosa* y *Stanhopea* sp., las especies con la menor densidad.
- No existe relación entre las orquídeas con el DAP y/o altura del hospedero, por lo que estos no parecen ser factores determinantes en el desarrollo de estas plantas.
- Existe una correlación similar entre las orquídeas y los hospederos *Guarea glabra* (Cedrillo) y *Calophyllum brasiliense* (Barilla), aún cuando el muestreo no fue igual en ambos casos ($N = 20$ y 4 árboles muestreados, respectivamente). Estos son árboles importantes para las orquídeas. Se consideró que la corteza de estos árboles (que puede ser fisurada) podría ser una explicación para esta preferencia.
- El análisis de agrupamiento demostró que las especies dentro de Laeliinae pueden ser reintroducidas en cedrillo, naranjo y palo blanco; Polystachyinae y Pleurothallidiinae no deberían reintroducirse en tamarindo y, posiblemente tampoco en palo blanco; Sobraliinae y Maxillariinae en todos menos tamarindo; y, por último, Zygopetalinae, Stanhopeinae, Oncidiinae y Catasetinae podrían reintroducirse en cedrillo.

VI. Recomendaciones

La recomendación más importante es realizar un muestreo más completo, tomando en cuenta factores ambientales que puedan brindar mayor información sobre las especies aquí encontradas. Sería ideal un muestreo equitativo para todos los hospederos; pero el de este trabajo se realizó en base a árboles talados, ya que los que están en pie no permiten un muestreo de las epífitas, principalmente de las más pequeñas. Lo más importante que se puede observar del análisis, es que hacen falta datos ambientales, como humedad ambiental o temperatura, los cuales aportarían mucha más información sobre las condiciones que favorecen o determinan el éxito de las epífitas dentro del ecosistema y podría ser útil en la reintroducción de ejemplares. Como la humedad ambiental o, incluso el microclima dentro de los hospederos es variable, podría trabajarse con datos promedios calculados dentro de los hospederos a lo largo de un período de tiempo determinado; esto podría dar una idea del tipo de humedad que favorece a las epífitas dentro del sitio de estudio.

Se recomienda incluir los siguientes datos (cuando sea posible) en las hojas de colecta: edad estimada de la orquídea, ancho de la copa del árbol hospedero, edad estimada del mismo y porcentaje de tronco que fue muestreado o aprovechado durante el muestreo. Además, se recomienda incluir una muestra de inventario de los hospederos aquí estudiados, para su registro de colección en la Universidad del Valle de Guatemala. El mismo facilitaría la distinción de estos árboles de otros que reciben nombres similares en las diferentes partes del país y, además, porque no existe suficiente información gráfica que permita obtener una idea de sus características (lo que también puede ser clave para las epífitas que albergan).

Sería interesante hacer un estudio más extenso de las especies de orquídeas que parecen como raras para este ecosistema, con 1 a 3 individuos recolectados. Esas

serían las especies con pocos individuos muestreados y, por lo tanto, son especies para las cuales deberían de realizarse mayores esfuerzos de conservación, para evitar su extinción. Primero que todo, debería de establecerse la población de estas especies dentro del área, para determinar si es así de baja o, solamente en los hospederos aquí estudiados se encuentran con pocos individuos. Luego, sería necesario hacer un estudio más extenso en cuanto a los hospederos que albergan estas especies (posiblemente los aquí estudiados no sean los más aptos para ellas) y, de una vez, incluir la zona en donde se encuentran. Si se encontraran estas especies en otros hospederos y, con poblaciones más elevadas, podrían ya no ser tan raras en el ecosistema y, los esfuerzos por su conservación podrían disminuir. De lo contrario, mientras no hayan poblaciones tan elevadas de las mismas, los esfuerzos de reintroducción de ejemplares deben ser mayores, tratando de asegurar la sobrevivencia de esos pocos individuos encontrados. Es recomendable también recurrir a la literatura para obtener información clave que ayude en este proceso de reintroducción, así como mantener vivos a los individuos en los invernaderos que los albergan, hasta el momento de reintroducirlos.

En cuanto a la metodología aplicada, se recomienda hacer una mejora a la hora del muestreo, ya que, en varios casos hubo falta de información que sí se analizó en este estudio. Por lo tanto, los datos faltantes pudieron haber sido claves para obtener más resultados en cuanto al hospedero favorecido o las orquídeas analizadas (principalmente sobre frecuencias en zonas y hospederos).

Del análisis de agrupamiento se determinó que las especies de orquídeas pertenecientes a la subtribu Laeliinae pueden ser reintroducidas en tamarindo (*Guarea glabra*), naranjo (*Terminalia amazonia*) y palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*); Zygopetalinae, Stanhopeinae, Oncidiinae y Catasetinae posiblemente con cedrillo (aunque se encontraron pocos individuos de especies de orquídeas de este grupo); Sobraliinae y Maxillariinae no deben ser reintroducidas en tamarindo (*Dialium guianense*), al igual que Polystachyinae y Pleurothallidinae, que tampoco parecen encontrarse en palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*).

Además, como se mencionó, se logró obtener datos puntuales sobre algunas orquídeas y sus frecuencias hacia los hospederos. Con base en eso, se propone seguir el siguiente plan de manejo y reintroducción de estas especies:

- En la ramita de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) reintroducir ejemplares de *Epidendrum ramosum*.
- En la rama de palo de leche (*Symphonia globulifera*) reintroducir *Trichosalpinx blaisdellii*.
- En la rama de barilla (*Calophyllum brasiliense*) introducir *Maxillaria scorpioidea* y *Scaphyglottis minuta*.
- La reintroducción de especies en naranjo (*Terminalia amazonia*), debe ser:
 - En tronco: *Lacaena bicolor*, *Maxillaria fulgens* y *Sobralia crispipilis*
 - En rama: *Scaphyglottis delgada*
 - En ramita: *Elleanthus caricoides*, *Maxillaria elatior*, *Pleurothallis pansamalae*, y *P. sanchoi*.
- En el cedrillo (*Guarea glabra*), las especies a reintroducir, según zona, son:
 - En rama: *Maxillaria variabilis*, *Pleurothallis cobanensis* y *P. leucantha*
 - En ramita: *Epidendrum nocturnum*
 - *Stellis barbata* puede colocarse a cualquiera de las tres zonas de este hospedero

VII. Literatura citada

- Ames, O. y D. Correll. 1952. *Orchids of Guatemala*. Fieldiana 26 (1). Chicago Natural History Museum. Estados Unidos. 395 pp
- Ávila, I. y K. Oyama. 2007. *Conservation genetics of an endemic and endangered epiphytic *Laelia speciosa* (Orchidaceae)*. American Journal of Botany 94(2): 184-193.
- Bader, M. 1999. *A study on the distribution of vascular epiphytes in a secondary cloud forest, Central Cordillera, Colombia*. Tesis. Universiteit van Amsterdam. 112 pp. (Web en línea) En: http://www.fun-eco.uni-oldenburg.de/download/Bader1999_Epiphyte_distribution_Colombia.pdf [Con acceso el 28 de enero de 2010]
- Benzing, D. 1990. *Vascular epiphytes: general biology and related biota*. Cambridge University Press. 354 pp. (Web en línea) En: http://books.google.com.gt/books?id=rG6_OL3bAVoC&dq=David+Benzing++Biology+of+epiphytes&lr=&source=gbs_navlinks_s [Con acceso el 26 de julio de 2010]
- Calatayud, G. 2005. *Diversidad de la familia Orchidaceae en los bosques montanos de San Ignacio (Cajamarca, Perú)*. Rev. Perú Biol. 12(2): 309-316.
- Castañeda, H. 2011. Comentario Personal. The Mesoamerican Orchid Research Institute, MESORI. Guatemala.

Centro de Estudios Ambientales, CEA. 2009. *Plan de Manejo de Biodiversidad, área de influencia directa e indirecta de la planta de procesamiento y área de extracción minera del Proyecto Fénix, El Estor, Izabal*. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 223 pp.

CITES, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna. 2009. *Appendices I, II and III*. 41 pp. (Web en línea)
En: <http://www.cites.org/eng/app/e-appendices.pdf> [Con acceso el 15 de mayo de 2010]

CGN, Compañía Guatemalteca de Níquel. 2005. *Estudio de Impacto Ambiental, "Explotación Minera Fénix"*. Capítulo 9. 7,500 pp.

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. *Dialium guianense*. México. 2 pp. (Web en línea)
En:
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/19-legum15m.pdf [Con acceso el 7 de diciembre de 2010]

CONAP, Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2009. *Resolución SC 01/2009; Resolución LEA – Listado de Especies Amenazadas de Flora y Fauna de Guatemala*. Guatemala. (Web en línea). En:
http://chmguatemala.gob.gt/informacion/vida-silvestre/Resolucion%20LEA%202009_vf.pdf
[Con acceso el 15 de febrero de 2011]

Dix. M. 2011. Comentario Personal. Universidad del Valle de Guatemala.

Dix M. y M. Dix. 2000. *Orchids of Guatemala: A revised annotated checklist*. Missouri Botanical Garden Press. Estados Unidos. 61 pp.

- y -----, 2006. *Diversity, distribution, ecology and economic importance of Guatemalan orchids*. En: Cano, E. (ed.) Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. Pp. 199-210
- Dressler, R. 1993. *A field guide to the orchids of Costa Rica and Panama*. Cornell University Press. 374 pp. (Web en línea) En: http://books.google.com.gt/books?id=LiMbwG0pALkC&dq=The+Orchids+Dressler&source=gbs_navlinks_s [Con acceso el 16 de mayo de 2010]
- Fontoura, T. y F. Reinert. 2009. *Habitat utilization and CAM occurrence among epiphytic bromeliads in a dry forest from southeastern Brazil*. Revista Brasil. Bot. 32(3):521-530
- García, J. 1996. *Distribución de epífitas vasculares en Matorrales Costeros de Veracruz, México*. Acta Botánica Mexicana 37:1-9.
- Hágsater, E., V. Dumont, A. Pridgeon. 1996. *Orchids: status survey and conservation action plan*. UICN. 153 pp. (Web en línea) En: http://books.google.com.gt/books?id=9Bz-j2GyJroC&printsec=frontcover&source=gbs_navlinks_s#v=onepage&q=&f=false [Con acceso el 3 de marzo de 2010]
- Hernández, J. 2000. *Patrones de distribución de las epífitas vasculares y arquitectura de los forofitos de un bosque húmedo tropical del alto Orinoco, Edo, Amazona, Venezuela*. Acta Biológica de Venezuela 20(3):43-60. (Web en línea) En: <http://www.ciens.ucv.ve/biologia/documentosLEPE/HernandezRosas2000.pdf> [Con acceso el 29 de enero de 2010]

- Hietz, P. 1999. *Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment*. IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry. 11 pp.
- Huertas, G. 2003. *Diversidad del *Lycaste skinneri* (Batem ex. Lindl.) en Guatemala: Análisis de germoplasma para su conservación*. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala 64 pp. (Web en línea) En: <http://glifos.conecyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202000.59.pdf> [Con acceso el 16 de mayo de 2010]
- Krömer, T., M. Kessler, S. Gradstein y A. Acebey. 2005. *Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes*. *Journal of Biogeography* 32: 1799-1809.
- Kull, T., P. Kindlmann, M. Hutchings y R. Primack. 2006. *Conservation Biology of Orchids: Introduction to the special issues*. *Biological Conservation* 129:1-3. (Web en línea) En: http://web.natur.cuni.cz/~uzp/data/2006_conservation.pdf [Con acceso el 03 de marzo de 2010]
- Maldonado, M. 2001. *Hibridación natural y relaciones genéticas de *Lycaste cruenta*, *L. cochleata* y *L. suaveolens* (Orchidaceae) en Guatemala*. Trabajo de graduación de Licenciatura, Departamento de Biología, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.
- Martín, J., A. Espinosa, S. Zanetti, E. Hauenstein, N. Ojeda y C. Arriagada. 2008. *Composición y estructura de la vegetación epífita vascular en un bosque primario de Olivillo (*Aextoxicon punctatum* R. et P.) en el sur de Chile*. *Ecología Austral* 18:1-11. (Web en línea) En: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v18n1/v18n1a01.pdf> [Con acceso el 29 de enero de 2010]

- Nieder, J., J. Prosperi y G. Michaloud. 2001. *Epiphytes and their contribution to canopy diversity*. Plant Ecology 153:51-63. En: Linsenmair, K. Tropical Forest Canopies: Ecology and management. Springer. (Web en línea) En: [http://books.google.com.gt/books?id=HS9S5bOHUWUC&printsec=fro
ntcover](http://books.google.com.gt/books?id=HS9S5bOHUWUC&printsec=fro
ntcover) [Con acceso el 05 de Septiembre de 2010]
- Parker, T. 2008. *Trees of Guatemala*. The Trees Press. Estados Unidos. 1033 pp.
- Trapnell, D. 2006. *Variety of Phorophyte Species Colonized by the Neotropical Epiphyte, Laelia Rubescens (Orchidaceae)*. Selbyana 27: 60-64. University of Georgia, Estados Unidos.
- Villeda, C. 2001. *Campamento Ecoturístico para el Boquerón, El Estor, Izabal*. Trabajo de graduación de Licenciatura, Facultad de Arquitectura. Universidad del San Carlos de Guatemala. 165 pp. (Web en línea) En: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1072.pdf [Con acceso el 18 de mayo de 2010]
- Zotz, G. y P. Hietz. 2001. Review Article: *The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions*. Journal of Experimental Botany 52(364):2067-2078. (Web en línea) En: <http://jxb.oxfordjournals.org/cgi/reprint/52/364/2067> [Con acceso el 22 de enero de 2010]

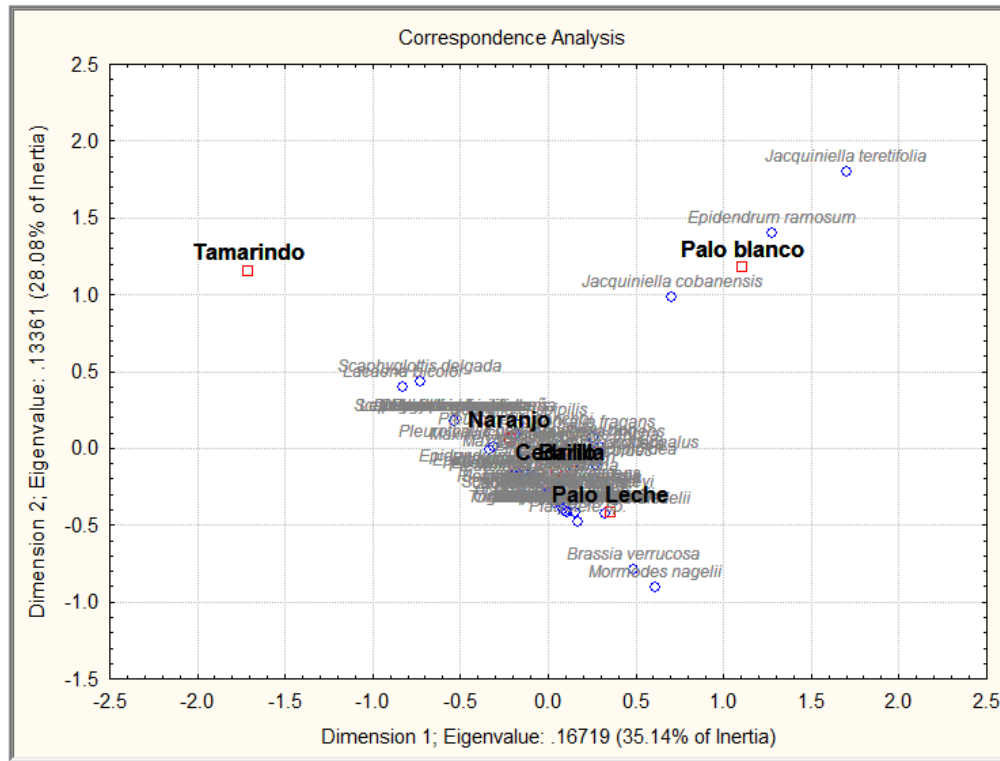
VIII. Anexos

Apéndice I. Modelo de hoja de campo utilizada para la recolección de datos en CGN

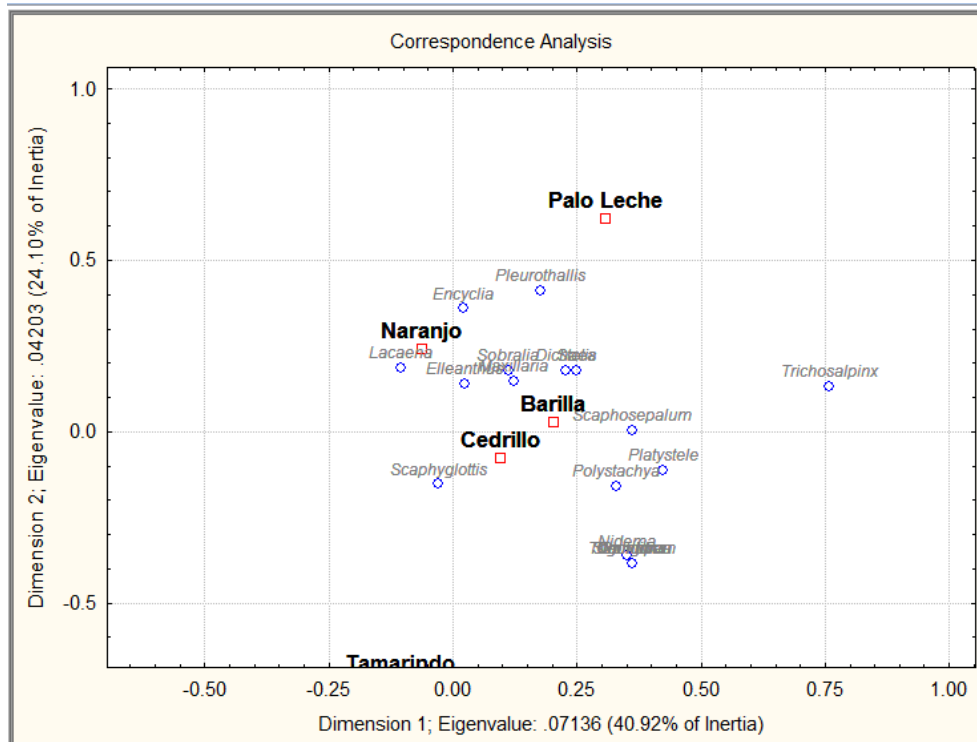
Fecha ____ / ____ / ____ (día/mes/año)			Nombre del colector				
País Guatemala	Departamento Izabal		Municipio El Estor		Localidad		
Área (polígono de CGN)		Coordenadas GPS			Árbol #	Altura árbol (m)	DAP (cm)
Nombre común			Especie			Zona del árbol	
Orquídeas	# Individuos total		# Especies total				
Zonas del árbol (circular la zona)	Zona 2 tronco		Zona 3-4 ramas hasta aprox. 10cm		Zona 5 ramitas Quebradizas todo el resto		
Grupo	Especie	# ind	Especie	# ind	Especie	# ind	
Pequeña sin pseudobulbos	Colgante grande (muric)		Colgante pequeña		hystricina muy pequeña		
Dichaea	glauca		panamensis		trulla		
Pleurothallis	sanchoi		pansamalae		correllii		
	leucantha		ruerkheimii		cobanensis		
Trichosalpinx	ciliaris blaisdellii		Morada grande		dura (flor amarilla colgante)		
Lepanthopsis	floripecten		Platystele 1		Platystele 2		
Stelis	barbata		fulva		Otra		
Otros tipo Pleurothallis pequeñas					Scaphosepalum		
	Macroclinium		Campylocentrum Vara corta		Campylocentrum vara mas larga		
Jacquiniella	teretifolia		cobanensis		globosa		
Otras pequeñas a medianas sin pseudobulbos	Isochilus		Ponera		Ornithocephalus		
Pequeña a mediana con pseudobulbos	Scaphyglottis lindemiana		longicualis (delicada)				
Scaphyglottis	prolifera		ancha		delgada		

Diagrama de un árbol que muestra la división en zonas de recolección. El tronco está etiquetado como "Tronco" y dividido en "2a" y "2b". Las ramas superiores están etiquetadas como "Ramita" y "Ramas (hasta 10cm)". Se muestran líneas de medición y un eje de escala de 1 m.

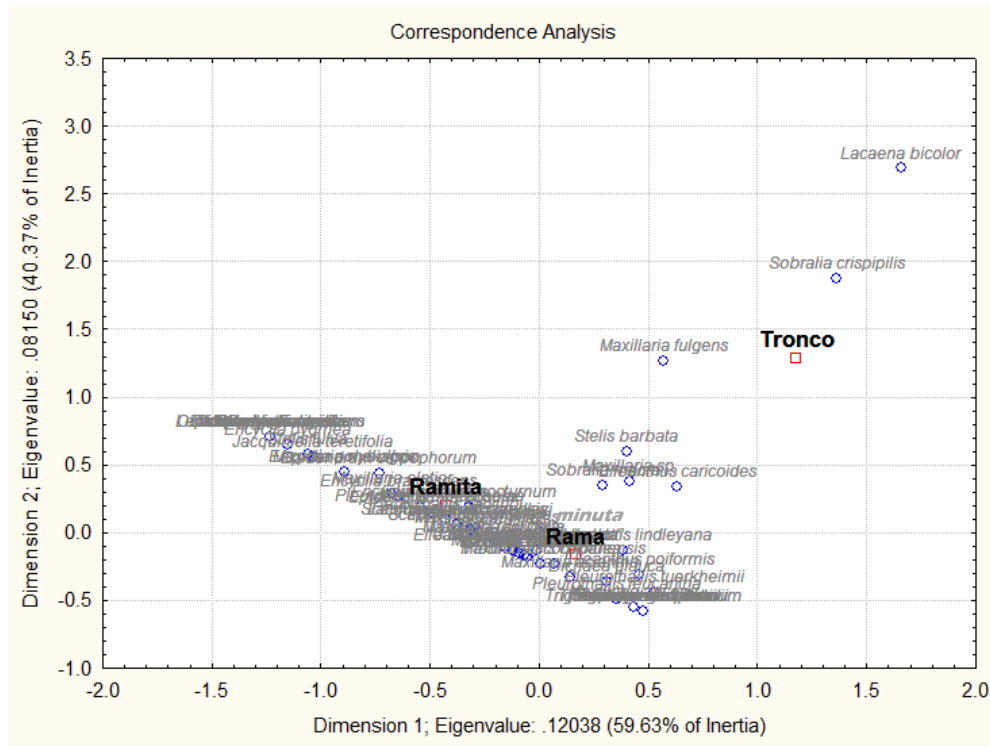
Apéndice II. Análisis de correspondencia para las especies de orquídeas y los árboles hospederos



Apéndice III. Acercamiento del análisis de correspondencia para los géneros de orquídeas y los árboles hospederos



Apéndice IV. Análisis de correspondencia para especies de orquídeas y zonas de hospederos



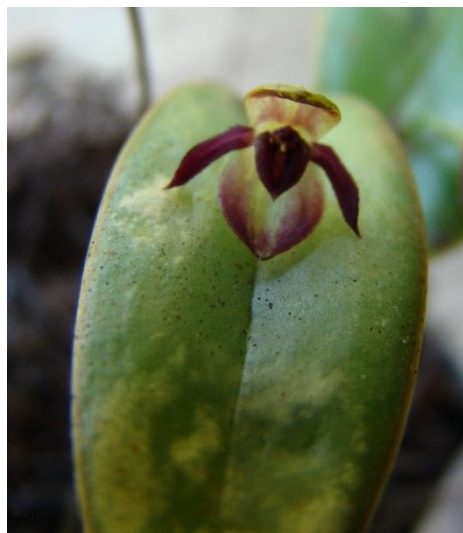
Apéndice V. Presencia (1)/Ausencia (0) de las especies de orquídeas en las zonas del hospedero

	Rama	Ramita	Tronco
<i>Brassia verrucosa</i>	1	0	0
<i>Dichaea glauca</i>	1	1	1
<i>Dichaea hystricina</i>	1	1	0
<i>Dichaea panamensis</i>	0	1	0
<i>Dichaea muricatoides</i>	0	1	0
<i>Dichaea trulla</i>	1	1	0
<i>Elleanthus caricoides</i>	1	1	1
<i>Elleanthus cynarocephalus</i>	1	1	0
<i>Elleanthus poiformis</i>	1	1	1
<i>Encyclia bractescens</i>	1	1	0
<i>Encyclia ceratistes</i>	1	1	0
<i>Encyclia pygmea</i>	1	1	0
<i>Encyclia polybulbon</i>	1	1	0
<i>Epidendrum carpophorum</i>	1	1	1
<i>Epidendrum nocturnum</i>	1	1	1
<i>Epidendrum ramosum</i>	1	1	0

	Rama	Ramita	Tronco
<i>Galeottia grandiflora</i>	0	0	0
<i>Gongora</i>	0	1	0
<i>Jacquiniella cobanensis</i>	1	1	0
<i>Jacquiniella globosa</i>	1	1	0
<i>Jacquiniella teretifolia</i>	1	1	0
<i>Kegeliella atropilosa</i>	1	0	0
<i>Lacaena bicolor</i>	1	1	1
<i>Lepanthopsis floripecten</i>	0	1	0
<i>Maxillaria aciantha</i>	1	1	0
<i>Maxillaria cucullata</i>	1	0	0
<i>Maxillaria densa</i>	1	1	0
<i>Maxillaria elatior</i>	1	1	0
<i>Maxillaria fulgens</i>	1	1	1
<i>Maxillaria macleei</i>	1	1	0
<i>Maxillaria meliagris</i>	1	1	0
<i>Maxillaria anceps</i>	1	1	0
<i>Maxillaria</i> sp. 1	1	1	1
<i>Maxillaria pulchra</i>	1	1	0
<i>Maxillaria ringens</i>	1	1	0
<i>Maxillaria scorpioidea</i>	1	1	0
<i>Maxillaria tenuifolia</i>	1	1	0
<i>Maxillaria variabilis</i>	1	1	0
<i>Mormodes</i>	0	1	0
<i>Nidema boothii</i>	1	1	0
<i>Oncidium hagsaterianum</i>	0	1	0
<i>Platystele</i>	1	0	0
<i>Pleurothallis cobanensis</i>	1	1	1
<i>Pleurothallis leucantha</i>	1	1	0
<i>Pleurothallis</i> sp. 1	1	1	0
<i>Pleurothallis pansamalae</i>	1	1	0
<i>Pleurothallis sanchoi</i>	1	1	0
<i>Pleurothallis tuerkheimii</i>	1	1	1
<i>Polystachia</i>	0	1	0
<i>Polystachia</i> sp. 1	0	1	0
<i>Polystachya cerea</i>	1	1	1
<i>Scaphosepalum standleyi</i>	1	1	0
<i>Scaphyglottis minuta</i>	1	1	1
<i>Scaphyglottis delgada</i>	1	1	1
<i>Scaphyglottis behrii</i>	1	0	0
<i>Scaphyglottis lindleyana</i>	1	1	1

	Rama	Ramita	Tronco
<i>Scaphyglottis prolifera</i>	1	1	0
<i>Scaphyglottis tenella</i>	0	1	0
<i>Sobralia fragans</i>	1	1	0
<i>Sobralia crispipilis</i>	1	1	1
<i>Sobralia macra</i>	1	1	1
<i>Stanhopea</i>	0	1	0
<i>Stelis barbata</i>	1	1	1
<i>Stelis fulva</i>	1	1	0
<i>Trigonidium egertonianum</i>	1	0	0
<i>Trichosalpinx blaisdelii</i>	1	0	0

Apéndice VI. Fotografías de algunas especies de orquídeas encontradas en El Estor, Izabal
(Tomadas en el sitio de estudio durante la fase de recolección de datos)



Pleurothallis sanchoi



Epidendrum nocturnum



Jacquinella cobanensis



Elleanthus caricoides



Maxillaria elatior



Maxillaria variabilis