



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA TEMÁTICA: ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN

**CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE *Trichocentrum
pachyphyllum* (ORCHIDACEAE) EN TENDERIO,
MUNICIPIO DE TINGAMBATO, MICHOACÁN PARA
COLABORAR A SU CONSERVACIÓN**

TESIS

Que presenta

Marisol Sales Figueroa

Para obtener el grado académico de

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Directora de tesis: Dra. Irene Ávila Díaz

Codirectora: Dra. Yvonne Herrerías-Diego

Morelia Michoacán, mayo 2022



Dedicatoria

Juan Julián Sánchez †

Quien en vida fue mi gran amigo y que, a pesar de ya no estar físicamente, sé que sigue cuidando de mí.

Gracias por no dejarme sola, un abrazo hasta donde quiera que estés.

Agradecimientos

A mis padres, Rosa María Figueroa y Salvador Sales los mejores padres que Dios y la vida pudo darme, gracias por el apoyo, la paciencia, por todo su amor incondicional, las enseñanzas y valores que en me has inculcado. Gracias a los dos por ser parte de esta nueva meta. LOS AMO.

A mis hermanos quienes en los momentos que sentía cansada, enfadada o frustraba me recordaban que tenía una hermosa familia que me apoyaba y confiaba en mí, por darme la dicha de ser tía de dos hermosas niñas Margarita y Nicol, y de un sorprendente niño, mi Pedro quien día a día me deja maravilla con su actitud hacia la naturaleza (sí, lo haremos biólogo, ya tiene el corazón solo hace falta encaminarlo un poco).

A mi amado esposo Martín, quien además de ser mi mejor amigo es mi compañero, gracias por todo el apoyo que siempre me has brindado, por estar a mi lado cada noche alentándome a seguir adelante, eres lo que mejor que la vida me ha dado. Te amo.

A la Dra. Irene Ávila por su inigualable apoyo en todo momento y su guía constante en este proceso, muchas gracias.

A la Dra. Yvonne Herrerías por su paciencia y apoyo con los análisis, por siempre creer en mí y en repetirme lo valiosa que soy, gracias.

Al DR. Leonel Toledo por su atención, apoyo y amabilidad durante todo el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Arnulfo Blanco por sus valiosos aportes en mi tesis, así como por su amable forma de tratarme.

Al Dr. Luis María Suarez por sus correcciones, comentarios y su participación en este proyecto.

A la comunidad Indígena de Santiago Tingambato por otorgarme los permisos para la realización de esta investigación.

A CONACYT por la beca otorgada durante la realización del posgrado.

A la Dra. Martha Alicia Velásquez que es como una segunda madre para mí, gracias por sus palabras y creer en mí.

A la M. en C. Patricia Silva Sáenz por sus palabras aliento que, a pesar de los años, me sigue brindando, y que me motivan a seguir adelante. Muchas gracias maestra.

A la Mc. Rosa una mujer muy excepcional y a la que admiro mucho, gracias por todo tu apoyo en laboratorio, por tu paciencia y por todo el conocimiento que ha compartido conmigo en este corto tiempo, pero quiero agradecerte principalmente por brindarme su amistad.

Al Biól Tonatiuh por brindarme su tiempo para acompañarme a laboratorio.

Contenido

RESUMEN.....	1
ASBTRACT	2
1.- INTRODUCCION	3
2.- ANTECEDENTES.....	4
2.1 Caracterización ecológica de orquídeas epífitas.....	4
2.2 Especialización Forófito-Orquídeas epífitas	5
2.3 Orquídeas epífitas en Tenderio, Municipio de Tingambato, Michoacán México	5
2.4 Diversidad de poblaciones de la familia Orchidaceae.....	6
2.5 Influencia del ambiente en la diversidad	6
2.6 Variables de importancia ecológica.....	7
2.6.1 intensidad lumínica.....	7
2.6.2 Nicho ecológico de las orquídeas epifitas del género <i>Trichocentrum</i>	7
2.6.3 Diámetro a la altura del pecho (DAP).	8
2.6.4 sustratos preferidos por orquídeas epífitas	8
2.6.5 <i>Fruit set</i>	8
2.7 Importancia de los estudios ecológicos	9
2.7.1 Importancia de los estudios ecológicos en la familia ORCHIDACEAE.....	9
2.8 Problemática de <i>Trichocentrum pachyphyllum</i>	9
3.- JUSTIFICACIÓN	11
4.- HIPÓTESIS.....	11
5.- OBJETIVO GENERAL	12
5.1 Objetivos particulares.....	12
6.- SISTEMA Y ÁREA DE ESTUDIO	13
6.1 Sistema de estudio	13
6.2 Área de estudio.....	14
7.- MATERIALES Y METODOS	16
7.1 Selección de los sitios de muestreo	16
7.2 Recolección de datos	16
7.2.1 Caracterización ecológica.....	16
7.2.2 Éxito reproductivo femenino	17
7.3 Análisis de datos.....	18

8.- RESULTADOS.....	19
8.1 Caracterización ecológica.....	19
8.1.1 Especies de árboles dominantes.	19
8.1.2 Frecuencia y abundancia de <i>Trichocentrum pachyphyllum</i> sobre sus forófitos.	19
8.1.2.1 Abundancia de <i>T. pachyphyllum</i> en relación al diámetro a la altura del pecho (DAP) de los forófitos.....	22
8.1.2.2 Categorías de edad de los individuos de <i>T. pachyphyllum</i> en relación al DAP de los forófitos.	22
8.1.3 Distribución de <i>T. pachyphyllum</i> (en general y por categoría de edad) de acuerdo a las zonas del forófito.....	23
8.1.4 Frecuencia de <i>T. pachyphyllum</i> (en general y por categorías de edad) en las secciones de la copa (basal, intermedia, distal).	25
8.1.5 Patrón de distribución de <i>T. pachyphyllum</i> (en general y por categoría de edad), de acuerdo a la posición en la rama.....	27
8.1.6 Categorías de edad.....	28
8.1.7 Orientación.....	30
8.1.8 Sustratos	33
8.2 Éxito reproductivo femenino.....	33
9.-DISCUSIÓN	36
9.1.1 Especies de árboles dominantes	36
9.1.2 Frecuencia y abundancia de <i>Trichocentrum pachyphyllum</i> sobre sus forófitos.....	36
9.1.2.1 Abundancia de <i>T. pachyphyllum</i> en relación al DAP de los forófitos.....	37
9.1.3 Distribución de <i>T. pachyphyllum</i> de acuerdo a las zonas del forófito.....	37
9.1.4 Frecuencia de <i>T. pachyphyllum</i> en las secciones de la copa (basal, intermedia, distal).	38
9.1.5 Patrón de distribución de <i>T. pachyphyllum</i> , de acuerdo a la posición en la rama	39
9.1.6 Categorías de edad.....	39
9.1.7 Orientación.....	40
9.1.8 Sustrato.....	40
9.2 Éxito reproductivo femenino.....	40
9.3 Implicaciones para la conservación de <i>T. pachyphyllum</i>	41
10.- APORTACIONES AL CONOCIMIENTO DE <i>T. pachyphyllum</i>	42
11.- CONCLUSIÓN	42
12.- LITERATURA CITADA	54

Índice de figuras

Figura 1. Especie en estudio <i>Trichocentrum pachyphyllum</i>	14
Figura 2. Mapa del Área Natural Voluntaria para la Conservación Predio de Tenderio perteneciente al municipio de Tingambato.....	16
Figura 3. Abundancia de individuos de <i>T. pachyphyllum</i> en diferentes especies de forófitos en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).	20
Figura 4. Relación de la abundancia de <i>T. pachyphyllum</i> con el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de sus forófitos. A) Bosque de Encino-Pino B) Bosque de Pino-Encino C) Bosque Mesófilo de Montaña D) <i>Quercus rugosa</i> E) <i>Styrax argenteus</i> F) <i>Ternstroemia lineata</i> . Graficas de dispersión de dos variables continuas con ajuste de curva polinomial de segundo grado ($f(x)=ax^2+bx+c$).	22
Figura 5. Relación de las categorías de edad de <i>T. pachyphyllum</i> con el diámetro a la altura del pecho (DAP). Modelo de regresión para la relación Diámetro a la Altura del Pecho y la abundancia de los individuos de <i>T. pachyphyllum</i> , en sus diferentes categorías de edad ($E(y/x) = \beta_0 + \beta_1 x$).	23
Figura 6. Distribución general de los individuos de <i>T. pachyphyllum</i> en las zonas de copa y tronco del forófito. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).	24
Figura 7. Promedio de individuos de <i>T. pachyphyllum</i> en las zonas de copa y tronco en sus diferentes forófitos, en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,5$).	24
Figura 8. Distribución de <i>T. pachyphyllum</i> en sus diferentes posiciones en la copa, por forófito en tres tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$). ..	26
Figura 9. Individuos de <i>T. pachyphyllum</i> encontrados en las diferentes posiciones sobre las ramas, por forófito, en diferentes tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).	28
Figura 10. Individuos de <i>T. pachyphyllum</i> en sus diferentes categorías de edad por forófito, en sus diferentes tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$). ..	29
Figura 11. Individuos de <i>T. pachyphyllum</i> en sus diferentes orientaciones, por tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).	30

Figura 12. Individuos de <i>T. pachyphyllum</i> en sus diferentes orientaciones por forófito, en diferentes tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$). ...	32
Figura 13. Relación de los individuos de <i>T. pachyphyllum</i> en sus diferentes sustratos. En donde: ▲ Bosque de Encino-Pino, *Bosque de Pino-Encino, ■ Bosque Mesófilo de Montaña. Diagrama de dispersión sobre el plano de los ejes uno y dos del análisis de correspondencia de los forófitos de los distintos tipos de vegetación (▲,*,■) y las especies de forófitos (puntos de colores). Las líneas verdes, corresponden a los centroides de cada sustrato.	33
Figura 14. Flores y frutos producidos por diferentes individuos de <i>T. pachyphyllum</i> marcados, en el Predio de Tenderio.	34
Figura 15. Producción de flores <i>T. pachyphyllum</i> en diferentes especies de forófitos. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).	34
Figura 16. Producción de frutos de <i>T. pachyphyllum</i> en diferentes especies de forófitos. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).	35
Figura 17. Viabilidad evaluada con la presencia de embrión producto de la polinización abierta de <i>T. pachyphyllum</i>	35

Índice de tablas

Tabla 1. Taxón, nombre común, familia de los árboles dominantes y presencia en los tipos de vegetación; número de árboles totales, número de forófitos e individuos de <i>T. pachyphyllum</i> por tipos de vegetación en el Predio de Tenderio, Tingambato, Mich. México.	21
---	----

Anexos

Anexo 1. Trabajos sobre la ecología de algunas orquídeas epífitas.....	43
Anexo 2. Trabajos sobre éxito reproductivo femenino en orquídeas epífitas.....	45
Anexo 3. Análisis con resultados no significativos.....	46
Anexo 4. Guía para identificar los forófitos de cada tipo de vegetación de la figura 13.....	53

RESUMEN

La familia Orchidaceae constituye uno de los grupos más diversos, sin embargo, está ubicada entre las plantas más vulnerables principalmente por la pérdida de su hábitat y extracción ilegal, siendo *T. pachyphyllum* una de las especies más ampliamente extraídas de su hábitat para su comercialización en el área de estudio. El objetivo del presente trabajo es generar conocimiento sobre su ecología en el predio de Tenderio de la Comunidad Indígena de Santiago Tingambato del estado de Michoacán de Ocampo, México. Con el objetivo de describir la ecología de *T. pachyphyllum* se realizaron muestreos por cuadrantes de 12.5 por 25 metros, con una orientación al NE, cuatro en cada uno de los tres tipos de vegetación: Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino-pino y Bosque Mesófilo de Montaña. En cada cuadrante, se registraron los árboles con un DAP ≥ 3.0 cm., se registraron todos los individuos de *T. pachyphyllum* encontrados, su distribución vertical (en el tronco o en la copa y dentro de esta, parte basal, intermedia o distal), categoría de edad (juvenil, adulta 1, adulta 2), posición sobre la rama (arriba, abajo, lateral o vertical), orientación y sustrato (liquen, corteza, musgo). Para estimar la polinización natural y/o abierta: se etiquetaron, 229 flores provenientes de 27 plantas marcadas, encontradas sobre 22 forófitos. Lo anterior para evaluar el *fruit set* natural o éxito reproductivo femenino. La viabilidad de las semillas se determinó con la presencia o ausencia de embrión, estableciéndose las siguientes categorías: 1) testa vacía 2) semilla viable. Se observaron al microscopio óptico 200 semillas provenientes de una cápsula. De los 902 árboles censados dentro de los doce cuadrantes, se contabilizaron un total de 602 individuos de *T. pachyphyllum*, de los cuales se registra una abundancia significativa sobre los forófitos de *Styrax argenteus* con el 29.7% (178 individuos), en *Ternstroemia lineata* con el 26.2% (158 individuos), y *Quercus rugosa* con el 23.5% (142 individuos). En cuanto a las categorías de edad de los individuos de *T. pachyphyllum* se encontró una mayor abundancia para la categoría de juvenil (286 individuos). Cabe mencionar que no se registraron plántulas. Se pudo apreciar que los individuos de la orquídea en estudio se distribuyen en mayor cantidad en la copa de los árboles, hacia la zona basal, sobre las posiciones arriba y lateral de las ramas, predominando en las orientaciones NE y SE y presentando una mayor relación con el sustrato musgo. Se reporta un bajo *fruit set* (0.017) y una viabilidad de las semillas del 90%. Se considera que con este estudio se generará conocimientos básicos de la ecología de *T. pachyphyllum* útiles para generar estrategias adecuadas de manejo como el restablecimiento en los árboles y sitios adecuados que promuevan su conservación largo plazo, tanto *in situ* como *ex situ*.

Palabras clave: Estrategia, orquídea, pérdida de hábitat, extracción

ASBTRACT

The Orchidaceae family constitutes one of the most diverse groups, however, it is located among the most vulnerable plants, mainly due to the loss of its habitat and illegal extraction, being *T. pachyphyllum* one of the species most widely extracted from its habitat for its commercialization in the study area. The objective of this work is to generate knowledge about its ecology in the Tenderio Site of the Indigenous Community of Santiago Tingambato in the state of Michoacán de Ocampo, Mexico. In order to describe the ecology of *T. pachyphyllum*, samples were taken in quadrants of 12.5 by 25 meters, oriented to the NE, four in each of the three types of vegetation: Pine-Oak Forest, Oak-Pine Forest and Mountain Cloud Forest. In each quadrant, the trees with DBH (Diameter at Breast Height) ≥ 3.0 cm were recorded, all the individuals of *T. pachyphyllum* found, their vertical distribution was recorded (in the trunk or in the crown and within it, in the basal, intermediate or distal part), age category (juvenile, adult 1, adult 2), position on the branch (up, down, lateral or vertical), orientation and substrate (lichen, bark, moss). To estimate natural pollination: 229 flowers from 27 marked plants, found on 22 phorophytes, were tagged. The above to evaluate the natural fruit set or female reproductive success. The viability of the seeds was determined with the presence or absence of an embryo, establishing the following categories: 1) empty testa 2) viable seed. Two hundred seeds from one capsule were observed under an optical microscope. Of the 902 trees surveyed within the twelve quadrants, a total of 602 individuals of *T. pachyphyllum* were recorded, of which a significant abundance is recorded on *Styrax argenteus* phorophytes with 29.7% (178 individuals), on *Ternstroemia lineata* with 26.2 % (158 individuals), and *Quercus rugosa* with 23.5% (142 individuals). Regarding the age categories of the *T. pachyphyllum* individuals, a greater abundance was found for the juvenile category (286 individuals). It is worth mentioning that no seedlings were recorded. It was possible to appreciate that the individuals of the orchid under study are distributed in greater quantity in the crown of the trees, towards the basal zone, on the upper and lateral positions of the branches, predominating in the NW and SE orientations and presenting a greater relationship with the moss substrate. A low fruit set (0.017) and a seed viability of 90% are reported. It is considered that this study will generate basic knowledge of the ecology of *T. pachyphyllum* useful to generate adequate management strategies such as reestablishment in trees and suitable sites that promote its long-term conservation, both *in situ* and *ex situ*.

1.- INTRODUCCION

La familia Orchidaceae es una familia de distribución cosmopolita, habita en todas las regiones fitogeográficas y climáticas, con excepción de las zonas polares y de las montañas muy elevadas (Rzedowski *et al.*, 2005; Jiménez y García-Cruz *et al.*, 1998), constituye uno de los grupos más diversos con alrededor de 25,000 especies alrededor del mundo; México cuenta con una notable riqueza al albergar entre 1,200 a 1,300 especies descritas (Villaseñor, 2016) presentando además un alto grado de endemismo (aprox. del 40%) (Salazar, 2009; Soto-Arenas *et al.*, 2007; Dressler, 2005). Las principales características que presenta esta familia son: una flor zigomorfa, con tres sépalos y tres pétalos uno de ellos muy modificado, conocido como labelo, cuya función principal es atraer polinizadores, los órganos sexuales se encuentran unidos en una estructura denominada columna (Téllez-Mazzocco y Cassanova, 2014; Rzedowski *et al.*, 2005).

A pesar de ser una de las familias más diversas entre las plantas, tienen una larga historia de extracción derivada de su valor cultural, teniendo como consecuencia la disminución de la riqueza y abundancia de sus poblaciones, viéndose afectadas directamente en su reproducción (Emeterio-Lara *et al.*, 2021; Magaña-Lemus, 2018; Pérez-Decelis, 2013), por otro lado la modificación en los hábitats, causada por el cambio de uso de suelo ha provocado la alteración de los procesos ecológicos, un ejemplo de esto son las interacciones mutualistas como la polinización, donde el éxito reproductivo se ve disminuido por la pérdida de sus visitantes florales, viéndose afectada la producción de sus frutos y establecimiento de nuevas plántulas (Emeterio-Lara *et al.*, 2021; Magaña-Lemus, 2018; Pérez-Decelis, 2013; Murren, 2002; Parra-Tabla *et al.*, 2000). Dentro de esta problemática podemos encontrar a la especie de *Trichocentrum pachyphyllum* (Hook.) R. Jiménez & Carnevali que se caracteriza por tener un hábito de crecimiento epífita (del griego epi que significa “sobre”, y phyte, “planta”) al crecer sobre otras plantas, sin dañarlas, habitante de bosques de encino, de pino-encino y mesófilos, muy escasa en encinares húmedos (González-Díaz *et al.*, 2011), en el área de estudio del presente trabajo, es una especie valorada como planta ornamental, por la belleza de sus flores, sin embargo recientemente su población, como la de otras especies de orquídeas epífitas, han disminuido por la extracción excesiva y reducción de su hábitat (Domínguez-Gil, 2015). Dada la problemática, principalmente el cambio de uso de suelo, es importante realizar trabajos en los que se reporten las especies presentes, así como aspectos respecto a su ecología que contribuyan a una mejor planificación eficiente y eficaz en próximos proyectos en campo (González-Díaz *et al.*, 2011).

2.- ANTECEDENTES

2.1 Caracterización ecológica de orquídeas epífitas

La familia Orchidaceae constituye uno de los grupos más diversos con alrededor de 25,000 especies alrededor del mundo, México alberga entre 1,200 a 1,300 especies descritas, ocupando el tercer lugar a nivel familia (Villaseñor, 2016) sin embargo, está ubicada entre las plantas más vulnerables debido a su utilización para diferentes propósitos (ornamental, medicinal, alimentario, etc.) y factores adversos como: deforestación, cambio de uso de suelo, eliminación de polinizadores, así como la dependencia que tienen de elementos bióticos y abióticos (Pedraza-Santos, 2017; Téllez-Mazzocco y Cassanova, 2014). *Trichocentrum pachyphyllum* es una de las especies ampliamente extraídas de su hábitat para su comercialización como planta ornamental, es vendida principalmente en otoño y sus puntos de comercialización no están relacionados con el sitio donde son depredadas (Emeterio-Lara *et al.*, 2016). Dentro de las acciones que se consideran importantes está la caracterización ecológica, la cual es una parte fundamental para la comprensión del equilibrio de la vegetación, a fin de brindarnos herramientas para la creación de técnicas o metodologías que emulen con bases científicas las condiciones naturales en donde crece la especie y así proponer acciones o soluciones a problemáticas de índole ambiental (Encina-Domínguez *et al.*, 2007). Conocer la ecología de las especies también contribuye a una planificación que sea eficiente y eficaz para futuras investigaciones (González-Díaz *et al.*, 2011) y proporcionar datos relativos de población y reproducción que permitan la evaluación del estado actual de las poblaciones y su viabilidad en el futuro (García-González *et al.*, 2016).

Las orquídeas epífitas, son un grupo que tiene una relación ecológica con el hospedero o “forófito”, sobre el que crece y que utiliza sólo como soporte, (Granados-Sánchez *et al.*, 2003), estos pueden presentar diferentes variaciones en las condiciones por factores como la densidad de la copa, la altura, el diámetro a la altura del pecho (DAP) así como la arquitectura, que afectan directamente la luz que entra, el aire que circula y la superficie disponible para que las orquídeas y sus sustratos puedan establecerse (Peña-Flores y Solano-Gómez, 2013), cabe mencionar que sin la presencia de sustratos como musgos, líquenes y helechos, difícilmente serán encontradas sobre los forófitos (Martínez-Becerril, 2012).

2.2 Especialización Forófito-Orquídeas epífitas

Se ha reportado que la identidad del forófito es importante al determinar la abundancia y presencia de algunas epífitas (Martínez-Meléndez *et al.*, 2008) al ser los que más benefician su establecimiento y posterior desarrollo (Pérez-Decelis, 2013), un ejemplo de esto es lo reportado para *Tetramicra malpighiarum* la cual tiene preferencia hacia el forófito de *Malpighia incana* (García-González *et al.*, 2016), mientras que en un agroecosistema se reporta para *Ionopsis utricularioides* una mayor abundancia hacia *Citrus sinensis*, (García-González y Riverón-Giró, 2014), en los bosques secos a *Catleya maxima* con una afinidad a *Fulcaldea laurifolia* junto con *Eriotheca ruizii* (Fernández-Zeballos, 2018) y para *Prosthechea karwinskii* donde la mayor abundancia se encontró sobre *Quercus deserticola* (Díaz-Bedolla, 2020). Las características que presenten los hospederos (densidad, arquitectura, grosor e inclinación de las ramas, textura, corteza, entre otros) intervienen en la distribución espacial de las especies epífitas que se establecen sobre ellos, esto al crear variaciones en las condiciones microambientales de luz, circulación del aire, humedad y temperatura (Ceja-Romero *et al.*, 2008), generando que algunas especies tengan una mayor abundancia hacia un estrato dentro del hospedero que otras, como en *Cuitlauzina pendula* (Pérez-Decelis, 2013), *Oncidium reichenheimii* (Herrera-Villanueva *et al.*, 2019), *Prosthechea karwinskii* (Díaz-Bedolla, 2020; Rodríguez, 2012) y *Rhynchostele cervantesii* (Cervantes-Urbe, 2018), cuya mayor abundancia fue reportada hacia la copa de los árboles, dentro de la cual, es conocido que las orquídeas tienden a establecerse en la parte intermedia y distal de las ramas del forófito, por ejemplo: *Catleya maxima* (Fernández-Zeballos, 2018), *Epidendrum anisatum* y *Rhynchostele cervantesii* (Domínguez-Gil, 2015) su mayor presencia ha sido reportada en la parte intermedia; mientras que *Ionopsis utricularioides* (García-González y Riverón-Giró, 2014) y *Erycina hyalinobulbon* (Domínguez-Gil, 2015) han sido reportadas con un mayor número de individuos en la parte más externa de la copa. En el anexo 1 se muestran diversos trabajos realizados sobre la ecología de algunas orquídeas epífitas, incluyendo la especialización forófito-orquídeas epífitas.

2.3 Orquídeas epífitas en Tenderio, Municipio de Tingambato, Michoacán México

En el Predio de Tenderio ubicado en el municipio de Tingambato, de manera general se realizó un listado y caracterización ecológica de las orquídeas epífitas donde se reportaron 3, 458 individuos agrupados en 17 géneros y 22 especies, de las cuales 18 fueron nuevos

registros para para el municipio y un nuevo registro para el estado de Michoacán (Domínguez-Gil, 2015), así como estudios de caracterización ecológica para especies como *Oncidium reichenheimii* (Herrera-Villanueva *et al.*, 2019) y *Rhynchostele cervantesii* (Cervantes-Uribe, 2018).

Reportando además al Bosque Mesófilo de Montaña como el más diverso, sin embargo, también el más susceptible al cambio de uso de suelo, la introducción de ganado y la extracción de especies (Cervantes-Uribe, 2018; Domínguez-Gil, 2015).

2.4 Diversidad de poblaciones de la familia Orchidaceae

La diversidad de la familia de las orquídeas está vinculada a procesos evolutivos resultado de la presión selectiva del ambiente a través de los años (Chase *et al.*, 2003), a las interacciones simbióticas que han desarrollado con hongos y polinizadores (Hágsater *et al.*, 2005) así como a la producción de millones de semillas diminutas, las cuales son dispersadas por el viento y pueden colonizar una gran diversidad de micrositios, (De la Rosa-Manzano, 2014).

Es una familia que podemos encontrar en todos los continentes (excepto la Antártida), pero la mayor diversidad se encuentra en las regiones tropicales, donde podemos encontrar en el límite norte del trópico americano a México, el cual alberga una notable riqueza de orquídeas (Salazar, 2009), con aproximadamente 1200 especies (Hágsater *et al.*, 2005).

La riqueza de orquídeas epífitas reportadas dentro del predio de Tenderio, puede estar asociada a su ubicación geográfica, al estar entre una zona de transición entre dos vertientes diferentes (tropical y templado) (Domínguez-Gil, 2015), lo que permite que se establezcan forófitos de afinidad tropical (*Ternstroemia lineata*), subtropical (*Styrax argenteus* y *Clethra mexicana*) (Cervantes-Uribe, 2018) y holártica (*Meliosma dentata*, *Pinus* spp., *Quercus* spp.).

2.5 Influencia del ambiente en la diversidad

La composición de las especies y la forma en que se distribuyen en un espacio geográfico será resultado de las condiciones bióticas y abióticas del ambiente, las cuales les permitan mantener o incrementar su abundancia (Maciel-Mata *et al.*, 2015) combinado con las adaptaciones morfológicas, fisiológicas y fenológicas de cada una de ellas, en las epífitas además influyen las condiciones micro-ambientales del forófito (Granados-Sánchez *et al.*, 2003).

Para el predio de Tenderio se encontró un mayor número de especies en el Bosque Mesófilo de Montaña, donde las temperatura y humedad relativa son altas, lo que probablemente permite que los nutrientes estén más disponibles, así como condiciones ambientales (humedad, luz, viento, sustrato, entre otros) favorables para la germinación de las semillas de orquídeas (Domínguez-Gil, 2015).

2.6 Variables de importancia ecológica

Las orquídeas epífitas dependen más directamente de factores ambientales entre ellos la luz, la temperatura y el agua, se encuentran asociados al crecimiento y desarrollo de los individuos. El agua además le brinda al sustrato la humedad necesaria para la descomposición de los nutrientes minerales, azúcares, aminoácidos, proteínas y hormonas, mientras que en regiones con elevada temperatura y alta luminosidad tiene un efecto refrescante (Fernández *et al.*, 2016), el viento es otro factor que juega un papel importante al trasportar partículas, restos orgánicos y agua, los cuales al ser depositados en la corteza de los forófitos son descompuestos por bacterias y hongos, formando un manto que protege a las raíces, mantiene humedad y proporciona nutrientes (Granados-Sánchez *et al.*, 2003).

2.6.1 intensidad lumínica

La luz actúa sobre las plantas como una fuente energética para reacciones fotosintéticas y como estímulo del crecimiento, una buena cantidad de luz determina la eficiencia fotosintética (de La Rosa-Manzano, 2014), en las orquídeas epífitas estas reciben distinta intensidad según su posición en la copa del forófito, en el que existe un gradiente de radiación que va perdiendo intensidad desde el exterior al interior de la copa, donde estas diferencias pueden generar una distribución vertical particular (Álvarez-Arnesi *et al.*, 2018).

2.6.2 Nicho ecológico de las orquídeas epifitas del género *Trichocentrum*

Trichocentrum es un género monofilético que consta de aproximadamente 70 especies, las cuales se distribuyen desde el sureste de México hasta Brasil y Bolivia. Dentro de este género se incluyen varios grupos que comparten características como lo son: pseudobulbos reducidos, terminados en una hoja simple, carnosa, plana, las vainas que cubren los pseudobulbos, en este género se reportan dos áreas de diversificación, las asociadas a ambientes secos encontradas en mayor diversidad en México donde las especies presentarían pseudobulbos reducidos, con hojas carnosas acumuladoras de agua, mientras las asociadas a ambientes húmedos más diversas en el sur de Mesoamérica y los países

andinos, las cuales tendrían pseudobulbos grandes a medianos, con hojas coriáceas a rígidas (Cetzal-Ix, 2007).

2.6.3 Diámetro a la altura del pecho (DAP).

Se ha reportado que el diámetro del hospedero está positivamente correlacionado con la diversidad y abundancia de epífitas, al proveer más superficie, a diferencia de los árboles más chicos que tendrían menor altura y menor superficie para ser colonizados, estas variables estarían asociadas con otras características del forófito, como su arquitectura, características de sus ramas (grosor, inclinación, longevidad), rugosidad de la corteza, el tipo de hoja y su caducidad (Jiménez-López *et al.*, 2017), presencia de hongos micorrízicos, musgos y líquenes entre otras, las cuales crean condiciones de microhábitats variadas (humedad, la temperatura, la cantidad de luz y de viento) que forman nichos con diferentes características aprovechables por muchas especies de epífitas (González y Ceballos, 2021).

2.6.4 sustratos preferidos por orquídeas epífitas

Las orquídeas pueden encontrarse adheridas a la corteza de árboles como lo encontrado para las especies de *Prosthechea karwinskii* (Díaz-Bedolla, 2018; Correa, 2012) y *Oncidium reichenheimii* (Villanueva-Herrera *et al.*, 2019) o en algún sustrato (Damon, 2003) siendo necesaria la presencia de sustratos absorbentes que retengan humedad, como lo es una cobertura de líquenes y briofitas, por ejemplo, en *Cuitlauzina pendula* (Pérez-Decelis, 2013) y *Rhynchostele cervantesii* (Cervantes-Urbe, 2018).

2.6.5 *Fruit set*

El éxito reproductivo femenino generalmente es expresado como *fruit set* que hace alusión a la relación que existe entre el número de flores marcadas y el número de frutos producidos, siendo reportado en la familia Orchidaceae un bajo éxito reproductivo femenino, y baja tasa de fructificación (Magaña-Lemus, 2018; Pérez-Decelis, 2013).

Son diversos estudios donde evalúan el éxito reproductivo femenino, en los que podemos encontrar el realizado para una población de *Rhyncholaelia glauca* donde se evaluó si la exhibición floral tenía algún efecto en cuanto a la producción de frutos resultantes de una polinización abierta, reportando que fueron pocas las plantas que desarrollaron fruto (Flores-Palacios y García-Franco, 2003), o algunos otros donde la evaluación solo es en base a la producción de frutos desarrollados por flores marcadas, como lo reportado para las especies de *Laelia speciosa* (Ávila-Díaz, 2007), *Prosthechea karwinskii* (Camacho-Domínguez y Ávila-Díaz, 2011), *Trichocentrum pumilum* (Pansarin y Pansarin, 2011) donde se han reportado bajos valores de *fruit set* en condiciones naturales, atribuyendo esto

a una limitación de la polinización, mientras que en *Cuitlauzina pendula* podría deberse a que esta especie y muchas otras no ofrecen recompensa, sino que su polinización es por engaño (Pérez-Decelis, 2013). A diferencia de lo reportado para una población de *Rhynchostele cervantesii* en un trabajo realizado en el predio de Tenderio se encontró que la producción de frutos de polinización abierta presentó niveles relativamente altos de *fruit set* (15.4%) (Magaña-Lemus, 2018). En el anexo 2 se muestra a detalle algunos de los trabajos realizados de éxito reproductivo femenino.

2.7 Importancia de los estudios ecológicos

Los estudios ecológicos son importantes por la relevancia que tienen las plantas en los ecosistemas y por la creciente amenaza de los bosques debido al cambio climático global y la acción antrópica (Álvarez-Arnesi, 2017). En el caso particular de las plantas epífitas, numerosos estudios han mostrado que son organismos muy susceptibles a la desecación, por lo cual estas plantas son más abundantes en ambientes con condiciones altas de humedad y al tener una fuerte dependencia a condiciones climáticas hacen de las briofitas y las epífitas, en general, plantas clave en la identificación de las alteraciones de sus hábitats (Hena-Díaz *et al.*, 2012).

2.7.1 Importancia de los estudios ecológicos en la familia ORCHIDACEAE

Los estudios ecológicos de la familia Orchidaceae son de gran importancia, debido a que las orquídeas son muy sensibles a alteraciones ambientales como son el cambio de uso de suelo (Cervantes-Uribe, 2018), y las acciones antrópicas, por ejemplo, la extracción de individuos para ser utilizados en la obtención de fibra, la industria farmacéutica y alimenticia, mientras que otras tienen un alto valor ornamental (Martín-Amaya, 2020).

En Michoacán existe una gran diversidad (alrededor de 200 especies), sin embargo, debido a la destrucción de sus hábitats, vulnerabilidad y extracción excesiva, sus poblaciones se han visto disminuidas, dada estas problemáticas se considera fundamental el conocimiento básico de la biología de estas plantas para proponer estrategias de manejo adecuado que colabore a la conservación de este recurso natural (Magaña-Lemus, 2018).

2.8 Problemática de *Trichocentrum pachyphyllum*.

Se considera que las poblaciones de *T. pachyphyllum* han sido muy afectadas por el cambio de uso suelo, la tala ilegal de sus forófitos, así como por la extracción de sus individuos principalmente en su temporada de floración (Emeterio-Lara *et al.*, 2016). De aquí la

importancia del trabajo que permitirá hacer una evaluación de la población del Predio de Tenderio que puede servir como base para generar una estrategia de conservación.

3.- JUSTIFICACIÓN

Los estudios mencionados anteriormente, coinciden en que los hábitats del bosque sirven de refugio para las especies vulnerables a la perturbación; así mismo recalcan la importancia de emprender acciones de conservación para estas zonas y estudios para aquellas donde la información es poca o nula (Bravo-Monasterio *et al.*, 2012), por lo cual se planteó la realización de esta investigación.

4.- HIPÓTESIS

Las variaciones ecológicas presentes en el predio de Tenderio Municipio de Tingambato Michoacán, incluyendo las características propias en los forófitos sobre los que se establece *T. pachyphyllum*, son factores determinantes para su abundancia y para establecer acciones de conservación.

5.- OBJETIVO GENERAL

Realizar la caracterización ecológica de *Trichocentrum pachyphyllum* (ORCHIDACEAE) en diferentes tipos de vegetación en un ecosistema de Tenderio Municipio de Tingambato, Michoacán, con fines de conservación.

5.1 Objetivos particulares

1. Determinar la presencia y abundancia de individuos *Trichocentrum pachyphyllum* sobre las especies de forófitos en diferentes tipos de vegetación en el Predio de Tenderio de la Comunidad Indígena de Santiago Tingambato.
2. Analizar la distribución vertical de *T. pachyphyllum* en función de los tipos de vegetación en el área de estudio.
3. Evaluar el patrón de distribución de *T. pachyphyllum* respecto a su posición en las ramas, orientación y sustratos sobre los que crece en Tenderio Municipio de Tingambato Michoacán.
4. Determinar el éxito reproductivo femenino de *T. pachyphyllum*

6.- SISTEMA Y ÁREA DE ESTUDIO

6.1 Sistema de estudio

Trichocentrum pachyphyllum del griego *pachy* “grueso” y *phyllon* “hoja”, en referencia a la hoja gruesa y carnosa, endémica de México, se encuentra en las grandes cadenas Montañosas (Balam-Narváez y Cetzal-Ix, 2012) tiene hábitos de crecimiento reconocidos para tierras bajas sofocantes, tierras altas, y montañas nubladas. Es una de las especies más abundantes dentro del género. Habita en bosques de encino, pino-encino, y mesófilos de montaña, a una altura de 1, 700 metros hasta los 2, 500 sobre el nivel del mar, se le puede ver floreciendo en la época de invierno de enero a marzo. Plantas epífitas, de 25 a 100 cm de alto, con los seudobulbos pequeños, subcilíndricos, verdes oscuros a ásperos lisos opacos. Presentan una hoja por bulbo, carnosa, elíptica a oblongo elíptica, aguda. Inflorescencia paniculada, raramente racemosa, de 45 a 100 cm de largo, con 7 a 40 flores aproximadamente de 4 cm de diámetro con sépalos y pétalos verdes a verde-amarillentos con manchas pardo rojizas, abriendo casi simultáneamente, el pedúnculo de 2 a 5 cm de largo, erecto, cubierto por brácteas triangulares. Labelo trilobado, amarillo con puntos rojos en la base (Figura 1A). Su fruto es una cápsula generalmente elipsoide u obovoide (Rzedowski, 1996; Jiménez y García-Cruz *et al.*, 1998; González-Díaz *et al.*, 2011) (Figura 1B). Estado de conservación: a pesar de tratarse una especie ampliamente distribuida debería ser considerada en protección especial (Pr), debido a que la pérdida de su hábitat principalmente por cambio de uso de suelo, ha puesto en peligro algunas de sus poblaciones (Balam-Narváez y Cetzal-Ix, 2012).

En el Predio de Tenderio *T. pachyphyllum* es registrada como una de las especies más abundantes, es reportada en mayor abundancia sobre *Ternstroemia lineata* (flor de tila), en la zona de la copa y en la parte distal de las ramas, observada en tres tipos de vegetación: Bosque Mesófilo, Bosque de Encino-Pino, Bosque de Pino-Encino (Domínguez-Gil, 2015).

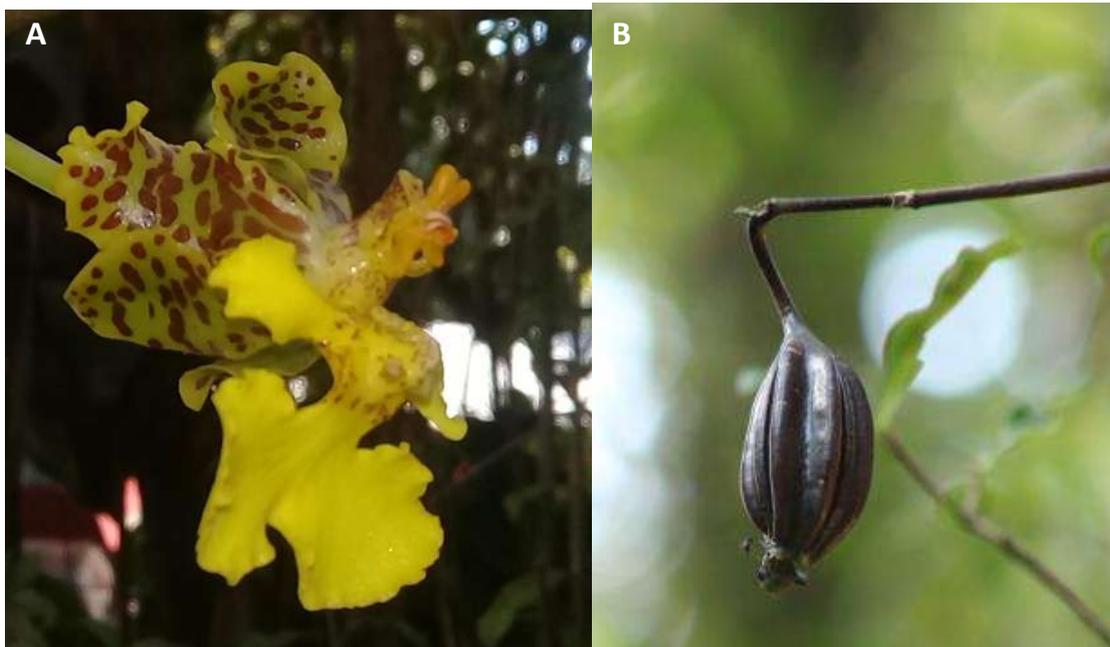


Figura 1. Especie en estudio *Trichocentrum pachyphyllum*. A) Flor B) Fruto (foto: Pimentel-Velázquez).

6.2 Área de estudio

El municipio de Tingambato se localiza al noreste de Michoacán, se encuentra entre los paralelos 19°25' y 19°36' de latitud norte y los meridianos 101°46' y 101°57' de longitud oeste en un rango altitudinal de entre 1600 y 3000 m.s.n.m. Colinda al norte con los municipios de Nahuatzen y Erongaricuaru, al este con los municipios de Erongaricuaru, Pátzcuaro y Salvador Escalante, al sur con los municipios de Salvador Escalante y Ziracuaretiro, al oeste con los municipios de, Ziracuaretiro, Uruapan y Nahuatzen. El municipio tiene una extensión territorial de 234,320 km² y la altitud en la cabecera municipal del mismo nombre es de 1820 m.s.n.m (INEGI, 2009).

Dado que para el sitio de estudio no se encontraron datos precisos de su descripción, esta se hace en base a todo el municipio de Tingambato, Michoacán.

El Predio de “Tenderio” del municipio de Tingambato, Michoacán, Se localiza al norte del estado, en las coordenadas 19°.30' de latitud norte y 101°.51' de longitud oeste, con una superficie aproximada de 150 Has, con una altura promedio de 1980 msnm (Domínguez-Gil, 2015) (Figura 2).

De acuerdo al instituto Nacional de Estadística y Geografía, así como del prontuario de información municipal de Tingambato, el municipio se encuentra dentro de la provincia del Eje Neovolcánico dentro de las subprovincias, Neovolcánica Tarasca (91.95%) y Escarpa Limítrofe del Sur (8.05%) (INEGI, 2010). Su relieve está constituido por el sistema

volcánico transversal, la sierra de Tingambato y los cerros Cumburinda, Injucato, Agujerado, del Molcajete, de la Virgen y Characarán (INAFED, 2010). Pertenece a la región hidrológica Balsas (76.34%) y Lerma-Santiago (23.66%), a la cuenca Región Tepalcatepec-Infiernillo y Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Lago de Yuriria, a la Subcuenca Región La Parota (73.32%), Lago de Cuitzeo (23.66%) y Paracho-Nahuatzen (3.02%) (INEGI, 2010), está constituida por los arroyos, Barranca del Molino, Barranca del Comay y Agua Escondida. Además, cuenta con numerosos manantiales de agua fría (INAFED, 2010). De acuerdo a la estación más cercana al área de estudio (Zirahuén, Salvador Escalante aproximadamente a 24 kilómetros de distancia) durante un periodo de 30 años, su clima es Cb (w2) (w)i: templado subhúmedo con lluvias en verano, con verano fresco largo con un cociente P/T mayor que 55.0 (ahí 75.1, el más húmedo de los subhúmedos), con 1182.6mm de precipitación anual, con un % de lluvia invernal menor de 5 mm de la anual; la temperatura media anual es de 15.7°C, la temperatura media máxima es de 24.8 °C, García (1988), la temperatura máxima alcanzada es en el mes de mayo, 27.4°C (CONAGUA, 2020). La fauna está conformada por algunos mamíferos: gato montés (*Lynx* sp.), coyote (*Canis latrans*), armadillo (*Dasyus* sp.), zorrillo (*Mephitis macroura*), ardilla (*Otospermophilus variegatus*), ardilla voladora (*Glaucomys volans*), tlacuache (*Didelphis* sp.), murciélago chupador de sangre (*Desmodus rotundus*), liebre (*Lepus callotis*), rata (*Sigmodon* sp.) también aves como: ruin (*Aphelocoma* sp.), huilota (*Zenaida* sp.) esta última especie se puede encontrar en los meses de marzo, abril, mayo. También están registradas especies de reptiles como: víbora de cascabel (*Crotalus* sp.), lagartija (*Sceloporus* sp.) (Villanueva 1993).

También están presentes en el área de estudio: Cacomixtle (*Bassariscus astutus*), tejón (*Nasua nasua*), Gato montés (*Lynx rufus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), rana (*Lithobates neovolcanicus*), tortuga de río (*Kinosternon integrum*), culebra de agua (*Crotalus molossus*), cascabel hocico de puerco (*Crotalus triseriatus*), gavilán de cooper (*Accipiter cooperii*), aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), codorniz moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) y clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*) (Magaña, 2017).

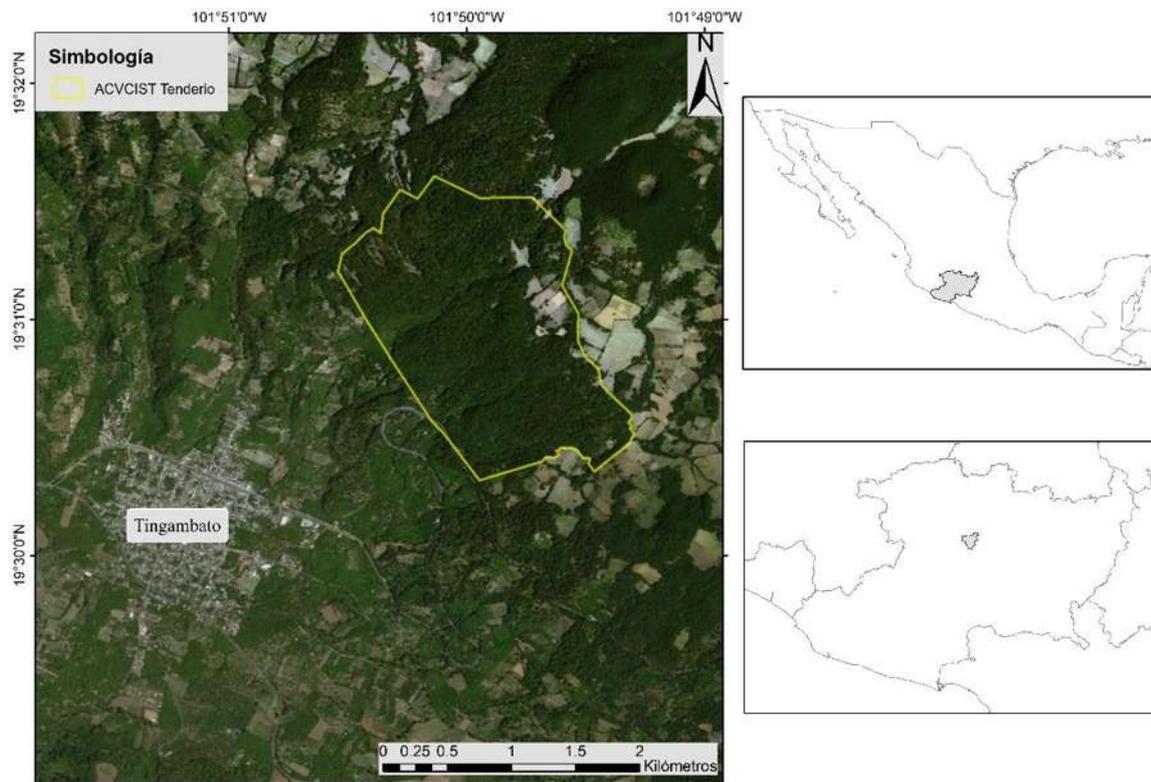


Figura 2. Mapa del Área Natural Voluntaria para la Conservación Predio de Tenderio perteneciente al municipio de Tingambato (Elaborado por López-Ortiz).

7.- MATERIALES Y METODOS

7.1 Selección de los sitios de muestreo

Este estudio se llevó a cabo en una población de *Trichocentrum pachyphyllum* ubicada en el Área Natural Voluntaria para la Conservación Predio de Tenderio ubicado al NO de la cabecera municipal Tingambato, Michoacán, en tres tipos de vegetación: Bosque de Pino-Encino, Bosque Encino-Pino, Bosque Mesófilo de Montaña. Se delimitaron doce cuadrantes de 12.5 m x 25 m en cada tipo de vegetación, considerando la presencia de árboles con la especie en estudio. Los cuadrantes, se ubicaron con una exposición NE, pendiente y tipo de suelo semejantes.

7.2 Recolección de datos

7.2.1 Caracterización ecológica

Una vez que se establecieron los cuadrantes se procedió a marcar con un listón los árboles que estaban dentro con un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 3.0 cm, todos los individuos de *T. pachyphyllum* fueron registrados con la ayuda de binoculares

CELESTRON UPCLOSE G2 considerando los siguientes parámetros, semejante a lo reportado para *O. reichenheimii* por Herrera-Villanueva *et al.*, en 2019:

Distribución vertical: fue utilizada la clasificación propuesta por Johansson (1974) modificado: a) tronco b) copa y dentro de esta: parte interna, intermedia o distal de las ramas.

Categorías de edad: se establecieron las siguientes categorías a) plántula, aquellas plantas con un tamaño ≤ 5 mm b) juvenil, aquellas con un tamaño > 5 mm y no presentaron un evento reproductivo; c) adulto 1, aquellas que presentaron algún evento reproductivo y cuya última hoja tenía un tamaño igual o menor de 20 cm. d) adulto 2, aquellas que ya presentaron algún evento reproductivo y cuya última hoja tenía un tamaño mayor a 20 cm.

Posición en la rama: se realizó una evaluación de la posición individual de *T. pachyphyllum* sobre la rama (arriba, abajo, lateral o vertical).

Orientación: para la orientación de cada individuo de *T. pachyphyllum* sobre el forófito se tomó la misma con la ayuda de una brújula (Fred's), las orientaciones registradas fueron: norte (N), Noreste (NE), este (E), sureste (SE), sur S. suroeste (SO), oeste (O) y noroeste (NO).

Sustrato: para cada uno de los individuos de *T. pachyphyllum*, se determinó visualmente el porcentaje de cada uno de los sustratos sobre los que se encontró, como fueron: a) corteza, b) helechos, c) musgo, d) liquen).

7.2.2 Éxito reproductivo femenino

La elección de las inflorescencias se hizo de forma sistemática, marcando todas aquellas plantas que presentaran vara floral. Los árboles soporte fueron marcados con listón amarillo alrededor del tronco.

Para estimar la polinización natural y/o abierta: se registraron, 229 flores provenientes de 27 plantas, encontradas sobre 22 forófitos. Lo anterior para evaluar el *fruit set* natural o éxito reproductivo femenino.

Otro componente importante para evaluar el éxito reproductivo femenino fue la viabilidad de las semillas el cual se determinó, realizando observaciones con un microscopio óptico marca Iroscope modelo MG-30PL a un aumento de 100x para determinar la presencia o ausencia de embrión, estableciéndose las siguientes categorías: 1) testa vacía 2) semilla viable. Se observaron al microscopio 200 semillas provenientes de una cápsula.

7.3 Análisis de datos

Para realizar los análisis estadísticos se utilizó el programa JMP versión 8.0, para las pruebas de ANOVA las variables de respuesta utilizadas fueron: abundancia (número de individuos); distribución vertical; posición en la copa; posición sobre la rama; categoría de edad; orientación, utilizando para cada una de las anteriores los factores de variación: forófito y tipo de vegetación.

ANOVA bifactorial: Variable de respuesta: abundancia (número de individuos), By (forófitos), con dos factores de variación tipo de vegetación y otra (distribución vertical; posición en la copa; posición sobre la rama; categoría de edad; orientación).

8.- RESULTADOS

8.1 Caracterización ecológica

8.1.1 Especies de árboles dominantes.

Se censaron 902 árboles dentro de doce cuadrantes, correspondientes a 16 especies distribuidas en 12 géneros y 12 familias (Tabla 1).

8.1.2 Frecuencia y abundancia de *Trichocentrum pachyphyllum* sobre sus forófitos.

Incluyendo de manera general todos los tipos de vegetación, solamente en el 19.1 % de los árboles censados (172 individuos) se encontró la presencia de al menos un individuo de *T. pachyphyllum*, de los cuales se registraron diez especies de forófitos: *Carpinus caroliniana*, *Clethra mexicana*, *Crataegus mexicana*, *Flacourtia* sp., *Quercus laurina*, *Quercus rugosa*, árbol seco, *Styrax argenteus*, *Symplocos* sp., y *Ternstroemia lineata* (Tabla 1).

Los forófitos registrados corresponden a 62 individuos de *Ternstroemia lineata* (36.0%), 58 individuos de *Styrax argenteus*, (el 33.7%), 28 individuos de *Quercus rugosa* (16.2%), 8 individuos de *Quercus laurina* (4.6%), 5 individuos de *Clethra mexicana* (2.9%), 4 individuos de *Symplocos* sp., (2.3%), 3 individuos de *Carpinus caroliniana* (1.7%), y en seco solamente en 2 individuos (el 1.1%), *Flaucortia* sp. y *Crataegus mexicana* con un individuo respectivamente (0.58%). Se contabilizaron un total de 602 individuos de *T. pachyphyllum*, los cuales se distribuyeron sobre los forófitos como se muestra en la Tabla 1.

La abundancia de la orquídea en los diferentes forófitos, en los tres tipos de vegetación, mostró diferencias significativas ($F=45.2579$; $gl=9$; $P=0.0001$) siendo, *Styrax argenteus*, *Ternstroemia lineata* y *Quercus rugosa* los forófitos con mayor número de individuos de *pachyphyllum* (Figura 3).

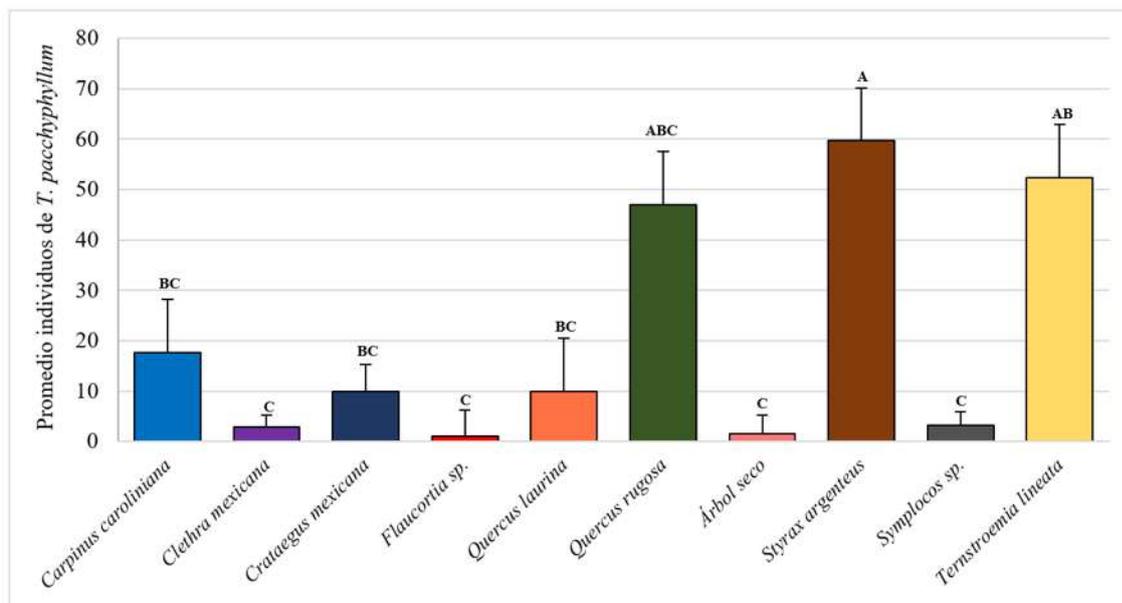


Figura 3. Abundancia de individuos de *T. pachyphyllum* en diferentes especies de forófitos en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

La abundancia total de individuos de *T. pachyphyllum* en los diferentes tipos de vegetación fue: Bosque de Encino-Pino 41.8% (252 individuos) seguido del Bosque Mesófilo de Montaña 38.2% (230 individuos), siendo el bosque de Pino-Encino el que presentó menos individuos 19.9% (120 individuos) no se encontraron diferencias significativas (Anexo 3). La densidad de *T. pachyphyllum* fue de 50.16, individuos/cuadrante, 0.16 individuos/m² y 3.5 individuos/forófito y 0.66 individuos/árbol registrado, de manera general. En el BPE fue de 30 individuos/cuadrante, 0.096 individuos/m² y 1.88 individuos por forófito en el BEP de 63 individuos/cuadrante, 0.20 individuos por m² y 7 individuos por forófito y en el BMM de 57.5 individuos por cuadrante, 0.18 individuos por m² y 3.19 individuos por forófito.

Tabla 1. Taxón, nombre común, familia de los árboles dominantes y presencia en los tipos de vegetación; número de árboles totales, número de forófitos e individuos de *T. pachyphyllum* por tipos de vegetación en el Predio de Tenderio, Tingambato, Mich. México.

Taxón	Nombre común	Familia	Tipo de vegetación			No. de árboles	No. de forófitos/No. de individuos de <i>T. pachyphyllum</i>			Total de individuos de <i>T. pachyphyllum</i> / porcentaje
			BPE	BEP	BMM		BPE	BEP	BMM	
<i>Carpinus caroliniana</i>	Lechillo	Betulaceae	-	**	**	5	0/0	2/52	1/1	53 (8.8%)
<i>Clethra mexicana</i>	Jaboncillo	Clethraceae	-	**	**	26	0/0	3/7	2/7	14 (2.3%)
<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	Rosaceae	**	*	*	10	1/10	0/0	0/0	10 (1.6%)
<i>Flacourtia sp.</i>	Tejocotillo	Salicaceae	**	**	*	11	1/1	0/0	0/0	1 (0.16%)
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	Lauraceae	*	-	-	2	-	-	-	-
<i>Pinus leiophylla</i>	Pino	Pinaceae	*	*	-	10	-	-	-	-
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino	Pinaceae	*	*	-	9	-	-	-	-
<i>Pinus sp.</i>	Pino	Pinaceae	*	*	-	18	-	-	-	-
<i>Pinus teocote</i>	Pino	Pinaceae	*	-	*	7	-	-	-	-
<i>Quercus laurina</i>	Encino laurelillo	Fagaceae	**	**	**	32	1/3	3/23	4/4	30 (4.9%)
<i>Quercus rugosa</i>	Encino negro	Fagaceae	**	**	**	68	6/27	10/36	12/79	142 (23.5%)
Seco	Seco	-	-	-	**	2	0/0	0/0	2/3	3 (0.49%)
<i>Solanum sp.</i>	Solanum	Solanaceae	*	*	-	3	-	-	-	-
<i>Styrax argenteus</i>	Aguacatillo	Styracaceae	**	**	**	435	12/34	16/52	30/92	178 (29.7%)
<i>Symplocos sp.</i>	Ucaz	Symplocaceae	*	**	**	6	0/0	3/12	1/1	13 (2.1%)
<i>Ternstroemia lineata</i>	Limoncillo	Malvaceae	**	**	**	258	15/ 45	27/70	20/43	158 (26.2%)
Total						902	64/120	36/252	72/230	

* Presencia ** Presente/forófito

BEP (Bosque de Encino-pino)

BPE (Bosque de Pino-encino)

BMM (Bosque Mesófilo de Montaña)

8.1.2.1 Abundancia de *T. pachyphyllum* en relación al diámetro a la altura del pecho (DAP) de los forófitos.

Se observó una relación entre la abundancia de *T. pachyphyllum* y el diámetro a la altura del pecho (DAP) de los forófitos, encontrándose diferencias significativas por tipos de vegetación: Bosque de Encino-Pino ($F=2.8348$; $gl=68$; $P=0.0031$), Bosque de Pino-Encino ($F=7.7935$; $gl=36$; $P=0.0002$) y Bosque Mesófilo de Montaña ($F=18.6391$; $gl=72$; $P=0.0001$), así como en los forófitos: *Quercus rugosa* ($F=4.1961$; $gl=26$; $P=0.0011$), *Styrax argenteus* ($F=4.0445$; $gl=60$; $P=0.0113$) y *Ternstroemia lineata* ($F=4.32$; $gl=61$; $P=0.004$) (Figura 4) pero no para el resto de los forófitos (Anexo 3).

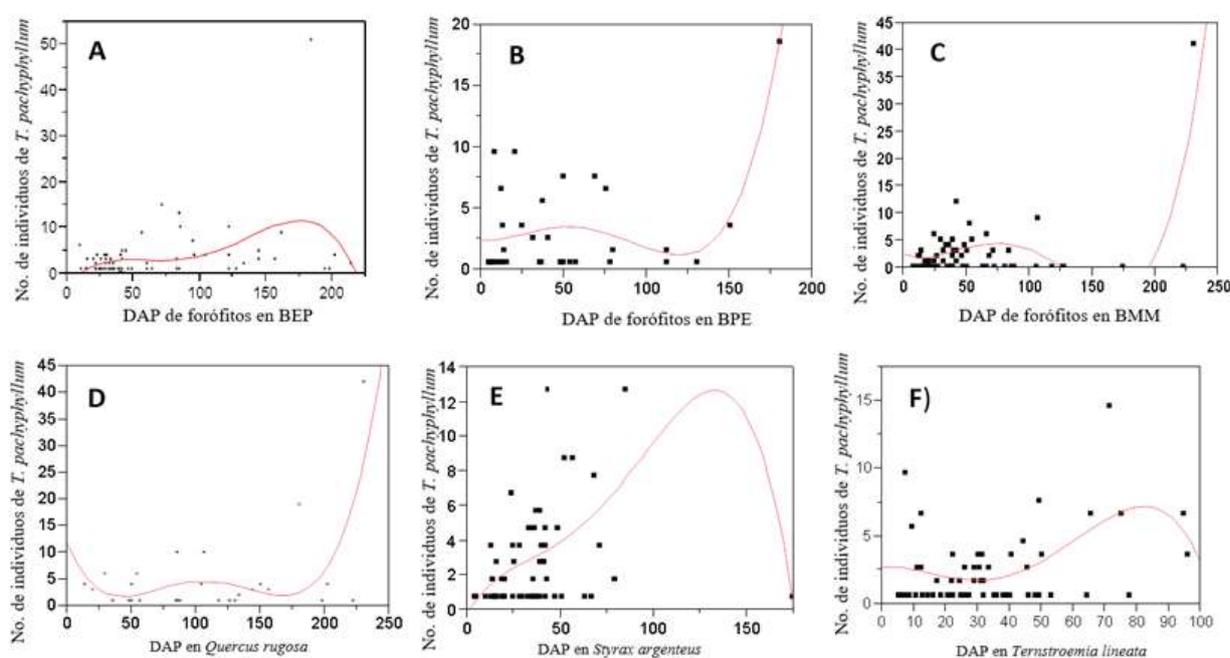


Figura 4.Relación de la abundancia de *T. pachyphyllum* con el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de sus forófitos. A) Bosque de Encino-Pino B) Bosque de Pino-Encino C) Bosque Mesófilo de Montaña D) *Quercus rugosa* E) *Styrax argenteus* F) *Ternstroemia lineata*. Graficas de dispersión de dos variables continuas con ajuste de curva polinomial de segundo grado ($f(x)=ax^2+bx+c$).

8.1.2.2 Categorías de edad de los individuos de *T. pachyphyllum* en relación al DAP de los forófitos.

En cuanto a la interacción del diámetro a la altura del pecho (DAP) con las categorías de edad se encontraron diferencias significativas en: adulta 1 ($F=14.70$; $gl=2$; $P=0.0002$) y adulta 2 ($F=31.33$; $gl=2$; $P=0.0001$) (Figura 5) pero no para juveniles (Anexo 3).

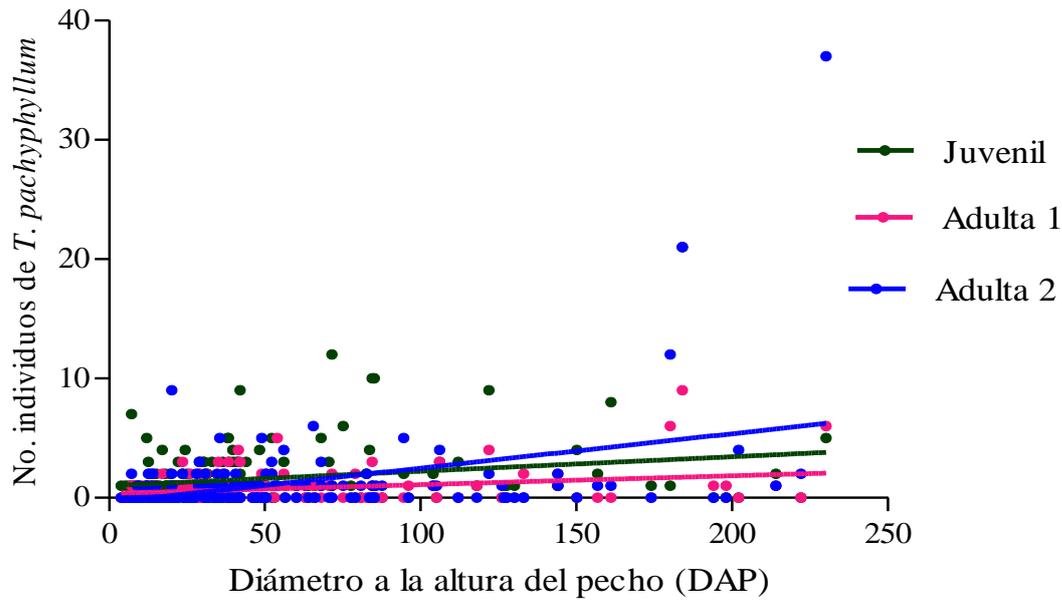


Figura 5. Relación de las categorías de edad de *T. pachyphyllum* con el diámetro a la altura del pecho (DAP). Modelo de regresión para la relación Diámetro a la Altura del Pecho y la abundancia de los individuos de *T. pachyphyllum*, en sus diferentes categorías de edad ($E(y/x) = \beta_0 + \beta_1 x$).

8.1.3 Distribución de *T. pachyphyllum* (en general y por categoría de edad) de acuerdo a las zonas del forófito.

Se encontró un mayor número de individuos de *T. pachyphyllum* en la copa 81.7% (492 individuos) que en el tronco 18.3% (110 individuos), encontrando diferencias significativas en la distribución de *T. pachyphyllum* en la zona de la copa de manera general ($\chi^2 = 23.1462$; $gl = 9$; $P = 0.0035$) (Figura 6) así como por tipos de vegetación: Bosque de Encino-Pino

($F=8.2510; gl= 2; P= 0.0048$), Bosque de Pino-Encino ($F= 13.2967; gl= 2; P= 0.0005$) y Bosque Mesófilo de Montaña ($F= 9.9554; gl= 2; P= 0.0020$). (Anexo 3).

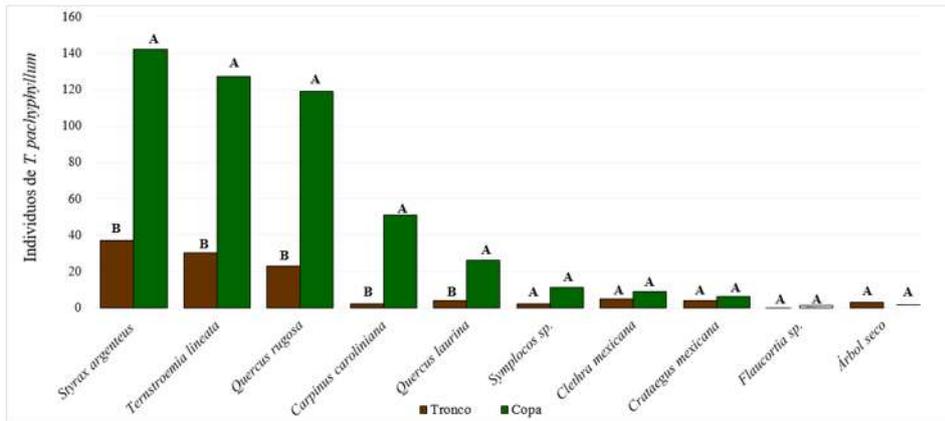


Figura 6. Distribución general de los individuos de *T. pachyphyllum* en las zonas de copa y tronco del forófito. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

De manera independiente se hizo una comparación en la distribución de los individuos de *T. pachyphyllum* en las zonas de cada uno de los forófitos, encontrando diferencias significativas en las especies: *Carpinus caroliniana* ($F=0.333; gl=1; P=0.0001$), *Quercus laurina* ($F=2.2901; gl=1; P=0.0005$), *Quercus rugosa* ($F=4.8761; gl=1; P=0.0317$), *Styrax argenteus* ($F=19.9033; gl=1; P=0.0001$) y *Ternstroemia lineata* ($F=21.802; gl=1; P=0.0001$) (Figura 7), pero no en el resto de las especies (Anexo 3).

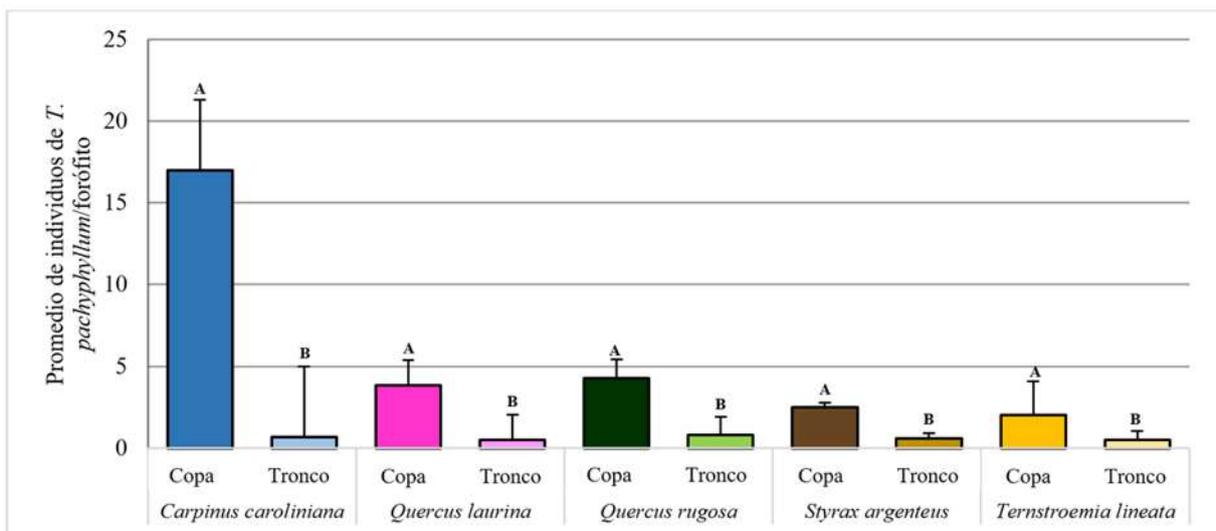


Figura 7. Promedio de individuos de *T. pachyphyllum* en las zonas de copa y tronco en sus diferentes forófitos, en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,5$).

En cuanto a la distribución de individuos de *T. pachyphyllum*, sobre los forófitos que fueron registrados en los tres tipos de vegetación (especies compartidas) por tipo de vegetación se encontraron diferencias significativas para el Bosque de Encino-Pino ($F=13.7971$; $gl=1$; $P=0.0004$), para el Bosque Mesófilo de Montaña ($F=9.0996$; $gl=1$; $P=0.0031$) (con mayor número de individuos en la zona de la copa).

Se encontraron diferencias significativas en el promedio de individuos de la orquídea por forófito para la zona de la copa en las especies: *Quercus rugosa* ($F=4.9940$; $gl=1$; $P=0.0296$), *Styrax argenteus* ($F=22.3769$; $gl=1$; $P=0.0001$) y *Ternstroemia lineata* ($F=20.9630$; $gl=1$; $P=0.0001$) pero no para *Quercus laurina* (Anexo 3).

Para la interacción entre la zona en el forófito por tipo de vegetación en forófitos compartidos en los tres tipos de vegetación no se encontraron diferencias significativas (Anexo 3).

Al considerar la interacción de la zona del forófito y la categoría de edad, no se encontraron diferencias significativas, ni por tipos de vegetación, así como tampoco en los diferentes forófitos (Anexo 3).

8.1.4 Frecuencia de *T. pachyphyllum* (en general y por categorías de edad) en las secciones de la copa (basal, intermedia, distal).

En cuanto a la distribución de plantas de *T. pachyphyllum* en las diferentes secciones de la copa (basal, intermedia y distal) de manera general, se registraron diferencias significativas, para la sección basal ($F=41.6007$; $gl=16$; $P=0.0005$) con el 44.2% (217 individuos).

Se observaron diferencias significativas de los individuos de la orquídea en estudio en los tres tipos de vegetación: Bosque de Encino-Pino ($F=64$; $gl=2$; $P=0.0001$) y Bosque Mesófilo de Montaña ($F=668$; $gl=2$; $P=0.0001$) (con mayor número de individuos en las zonas basal y distal de las ramas) y en Bosque de Pino-Encino ($F=100.5$; $gl=2$; $P=0.0018$) (con mayor número de individuos en las zonas basal de las ramas).

Al analizar de manera general la distribución en la copa de la orquídea en estudio, en cada uno de los forófitos se encontraron diferencias significativas para *Quercus rugosa* ($F= 127.400$; $gl= 2$; $P= 0.0001$) (con un mayor número de individuos hacia la seccion basal), *Styrax argenteus* ($F= 75.000$; $gl= 2$; $P= 0.0001$) (con un mayor número de individuos hacia la seccion intermedia) y *Ternstroemia lineata* (con un mayor número de individuos hacia la seccion distal) ($F= 20.1667$; $gl= 2$; $P= 0.0022$) pero no se observaron diferencias para el resto de las especies (Anexo 3).

De manera independiente se hizo una comparación de los individuos de *T. pachyphyllum* en las diferentes secciones de la copa (basal, distal, intermedia) sobre los forófitos en los diferentes

tipos de vegetación encontrando diferencias significativas en el Bosque de Encino-Pino para las especies, *Carpinus caroliniana* ($F=30.100$; $gl=2$; $P=0.0103$) y *Quercus rugosa* ($F=25.0670$; $gl=2$; $P=0.0025$) (con un mayor número de individuos hacia la sección basal), *Quercus laurina* ($F=24.500$; $gl=2$; $P=0.0013$) (con un mayor número de individuos hacia la zona distal), *Symplocos* sp. ($F=8.000$; $gl=2$; $P=0.0203$) (con un mayor número de individuos hacia la zona intermedia) y *Ternstroemia lineata* ($F=3.6721$; $gl=2$; $P=0.0320$) (con un mayor número de individuos hacia hacia la seccion basal y distal), en el Bosque de Pino-Encino para las especies de *Crataegus mexicana* ($F=6.00$; $gl=2$; $P=0.0370$) y *Ternstroemia lineata* ($F=0.0006$; $gl=2$; $P=0.0250$) (con un mayor número de individuos hacia la zona basal y distal), *Quercus rugosa* ($F=10.6667$; $gl=2$; $P=0.0106$) (con un mayor número de individuos hacia la zona basal), en el Bosque Mesófilo de Montaña para las especies de *Clethra mexicana* ($F=5.3333$; $gl=2$; $P=0.0467$), *Quercus rugosa* ($F=35.5251$; $gl=2$; $P=0.0001$), *Styrax argenteus* ($F=35.5251$; $gl=2$; $P=0.0038$) y *Ternstroemia lineata* ($F=4.1724$; $gl=2$; $P=0.0264$) (con un mayor número de individuos hacia la zona basal) (Figura 8), no se encontraron diferencias en el resto de los forófitos (Anexo 3).

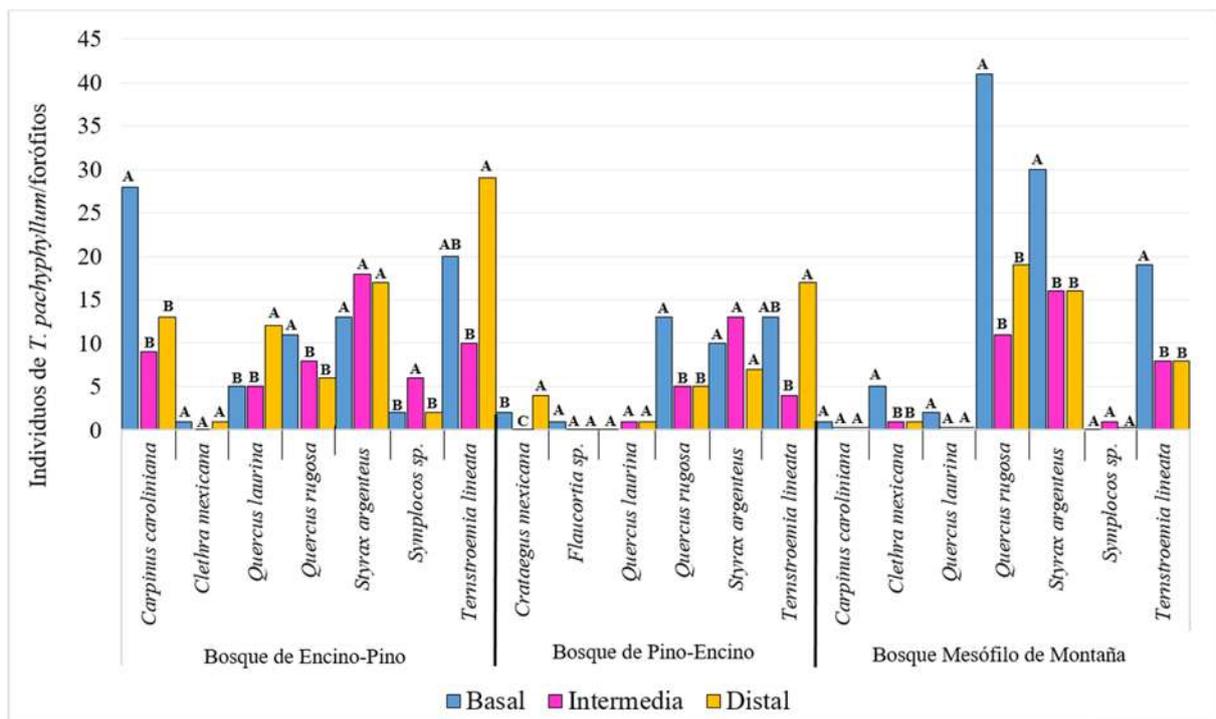


Figura 8. Distribución de *T. pachyphyllum* en sus diferentes posiciones en la copa, por forófito en tres tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

En cuanto los análisis de los forófitos compartidos en los diferentes tipos de vegetación no se encontraron diferencias significativas ni por forófitos ni por tipos de vegetación (Anexo 3). En

la interacción sección en la copa por tipo de vegetación se encontró diferencias para: *Styrax argenteus* ($F=2.5936$; $gl=4$; $P=0.0446$) (con un mayor número de individuos hacia las secciones intermedia y basal), pero no para el resto de las especies. En cuanto al análisis de categorías de edad de manera general y por tipos de vegetación, así como por los diferentes forófitos no se encontraron diferencias significativas (Anexo 3).

8.1.5 Patrón de distribución de *T. pachyphyllum* (en general y por categoría de edad), de acuerdo a la posición en la rama

Se observa que los individuos de *T. pachyphyllum* en cuanto a la posición de la rama de manera general, presentan diferencias significativas, con mayor abundancia en las posiciones de arriba y lateral de las ramas ($F=7.5619$; $gl=3$; $P=0.0101$).

En los diferentes tipos de vegetación, se encontraron diferencias significativas para el Bosque de Encino-Pino (con un mayor número de individuos hacia la posición de arriba) ($F=9.5136$; $gl=3$; $P=0.0017$), para el Bosque Pino-Encino ($F=13.1477$; $gl=3$; $P=0.0004$) y Bosque Mesófilo ($F=5.590$; $gl=3$; $P=0.0068$) (con un mayor número de individuos hacia las posiciones arriba y lateral).

Al analizar la distribución en la rama de la orquídea en estudio, en cada uno de los forófitos se encontraron diferencias significativas para la especie de *Quercus rugosa* ($F=6.2450$; $gl=8$; $P=0.0001$) (con un mayor número de individuos hacia la posición lateral), pero no para el resto de las especies. De manera independiente se analizaron los forófitos en los diferentes tipos de vegetación encontrando diferencias significativas en el Bosque de Encino-Pino para las especies: *Carpinus caroliniana* ($F=9.5172$; $gl=3$; $P=0.0017$) (con un mayor número de individuos hacia las posiciones arriba, abajo y lateral), *Quercus laurina* ($F=19.853$; $gl=3$; $P=0.0001$) y *Quercus rugosa* ($F=91.000$; $gl=3$; $P=0.0001$) (con un mayor número de individuos hacia las posiciones arriba y lateral), *Styrax argenteus* ($F=5.7571$; $gl=3$; $P=0.0001$) y *Ternstroemia lineata* ($F=3.2255$; $gl=3$; $P=0.0422$) (con un mayor número de individuos hacia las posiciones arriba y abajo), en el Bosque Pino-Encino para las especies de *Quercus rugosa* ($F=16.6667$; $gl=3$; $P=0.0001$), *Styrax argenteus* ($F=120.444$; $gl=3$; $P=0.0001$) y *Ternstroemia lineata* ($F=46.1429$; $gl=3$; $P=0.0001$) (con un mayor número de individuos hacia las posiciones arriba y lateral), el Bosque Mesófilo de Montaña para las especies de *Quercus rugosa* ($F=6.2805$; $gl=2$; $P=0.0152$), *Styrax argenteus* ($F=4.0037$; $gl=2$; $P=0.0466$) y *Ternstroemia lineata* ($F=24.556$; $gl=3$; $P=0.0013$) (con un mayor número de individuos hacia las posiciones arriba y lateral) (Figura 9).

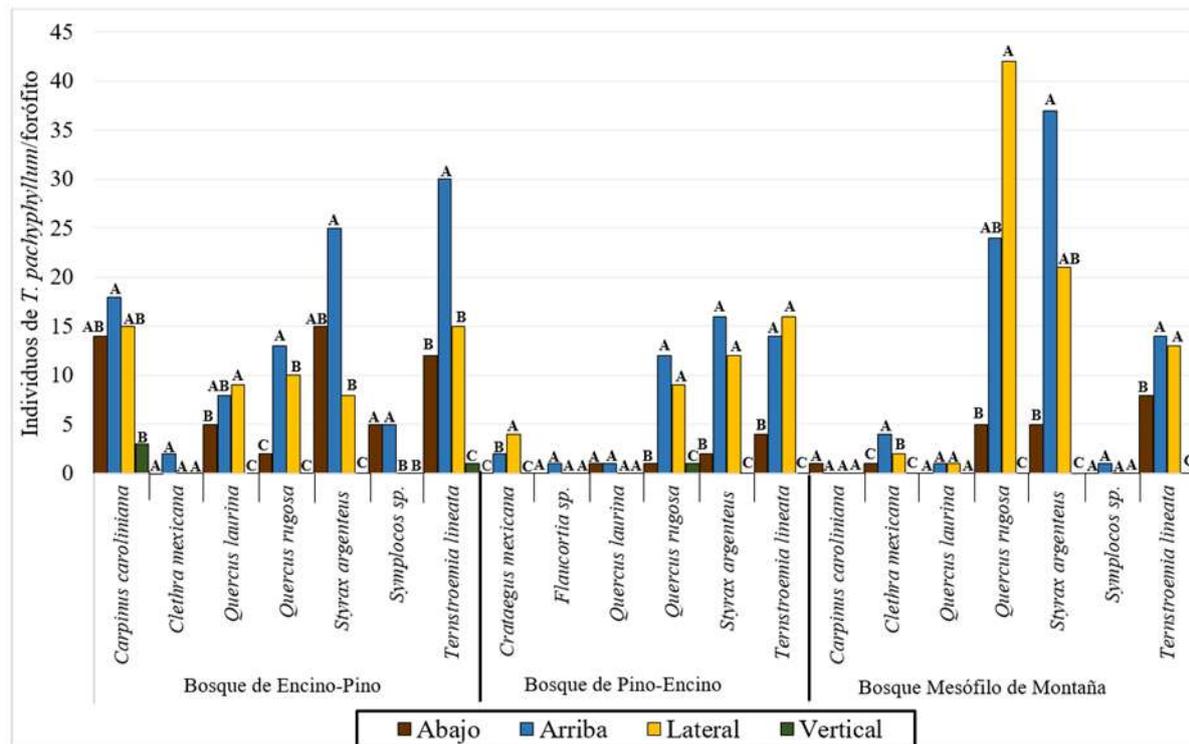


Figura 9. Individuos de *T. pachyphyllum* encontrados en las diferentes posiciones sobre las ramas, por forófito, en diferentes tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

En lo que se refiere a la posición de la rama en las diferentes especies que se encuentran compartidas en los tres tipos de vegetación, no se encontraron diferencias significativas en sus forófitos, tipos de vegetación e interacción (Anexo 3).

En Cuanto a la posición de la rama y las categorías de edad, de manera general, por tipos de vegetación, y por forófitos no se encontraron diferencias significativas (Anexo 3).

8.1.6 Categorías de edad

En cuanto a la distribución de plantas de *T. pachyphyllum* en las diferentes categorías de edad (juvenil, adulta 1 y adulta 2) de manera general, se registraron diferencias significativas en la categoría juvenil ($F=3.1707$; $gl=2$; $P=0.0455$) con 47.5% (286 individuos).

En sus diferentes tipos de vegetación se encontraron diferencias significativas para la categoría de juvenil en el Bosque de Encino-Pino ($F=10.6851$; $gl=2$; $P=0.0168$, pero no se observaron diferencias para los demás tipos de vegetación (Anexo 3), en cuanto a los forófitos se encontraron diferencias para las especies de *Quercus laurina* ($F=4.5882$; $gl=2$; $P=0.031$),

Symplocos sp. ($F=17.16667$; $gl=2$; $P=0.0020$) y *Ternstroemia lineata* ($F=9.1479$; $gl=2$; $P=0.0039$) (con un mayor número de individuos para la categoría de juvenil).

Al analizar la distribución de las categorías de edad de la orquídea en estudio, en cada uno de los forófitos se encontraron diferencias significativas en el Bosque de Encino-Pino para las especies, *Quercus laurina* ($F=21.333$; $gl=2$; $P=0.0168$), *Quercus rugosa* ($F=7.000$; $gl=2$; $P=0.0270$), *Styrax argenteus* ($F=5.3483$; $gl=2$; $P=0.0048$), *Symplocos* sp. ($F=29.400$; $gl=2$; $P=0.0123$) y *Ternstroemia lineata* ($F=7.4308$; $gl=2$; $P=0.0001$), predominando en todos los casos la categoría juvenil. En el Bosque de Pino-Encino para las especies de *Crataegus mexicana* ($F=32.00$; $gl=2$; $P=0.0299$) (con mayor número de individuos de *T. pachyphyllum* en la categoría de adulta 2), *Styrax argenteus* ($F=5.7768$; $gl=2$; $P=0.0129$) y *Ternstroemia lineata* ($F=32.00$; $gl=2$; $P=0.0299$) (con mayor número de individuos de *T. pachyphyllum* en la categoría de juvenil) y en el Bosque Mesófilo de Montaña para las especies de *Quercus rugosa* ($F=7.1516$; $gl=2$; $P=0.0165$) (con mayor número de individuos de *T. pachyphyllum* en la categoría de adulta 2) y *Styrax argenteus* ($F=5.1219$; $gl=2$; $P=0.0129$) (con mayor número de individuos de la orquídea en la categoría de juvenil) (Figura 10).

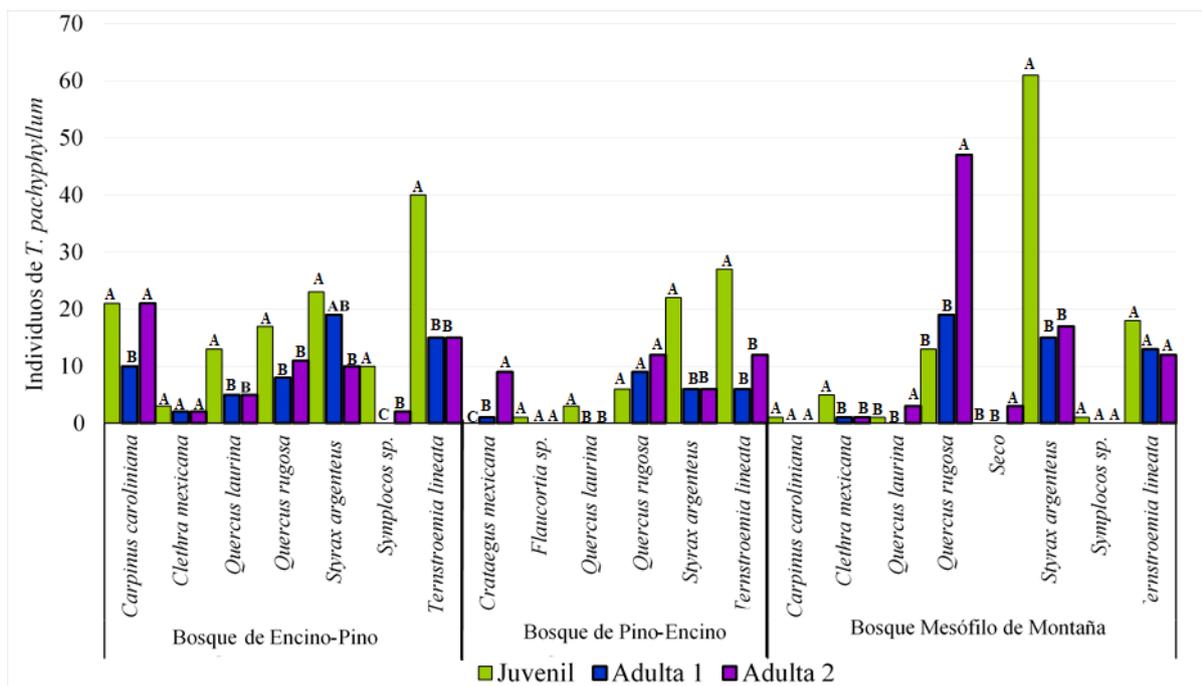


Figura 10. Individuos de *T. pachyphyllum* en sus diferentes categorías de edad por forófito, en sus diferentes tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Para el análisis de los forófitos que se comparten en los tres tipos de vegetación no se encontraron diferencias significativas en sus diferentes forófitos, tipo de vegetación e interacción (Anexo 3).

8.1.7 Orientación

Se observa que los individuos de la orquídea en estudio en cuanto a la orientación de manera general, presentan una mayor abundancia en las orientaciones NE y SE ($F=4.3956$; $gl=7$; $P=0.0002$).

En los diferentes tipos de vegetación se encontraron diferencias significativas en el Bosque de Encino-Pino ($F=3.646$; $gl=7$; $P=0.0031$), resaltando la orientación SE y en el Bosque de Pino-Encino ($F=3.3809$; $gl=6$; $P=0.0063$) la orientación NE (Figura 11), pero no en el Bosque Mesófilo de Montaña (Anexo 3).

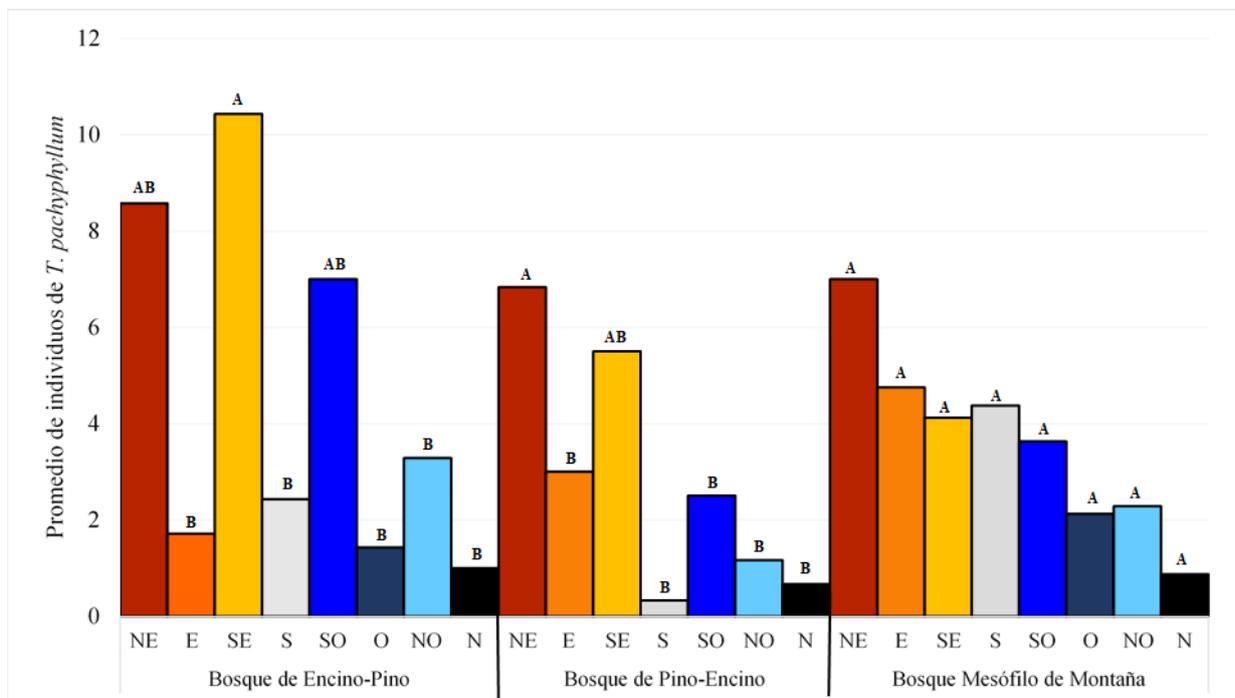


Figura 11. Individuos de *T. pachyphyllum* en sus diferentes orientaciones, por tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Al analizar la distribución respecto a la orientación de la orquídea en estudio, en cada uno de los forófitos se encontraron diferencias significativas en el Bosque de Encino-Pino para *Carpinus caroliniana* ($F=6.2347$, $gl=6$ $P=0.0030$), *Quercus rugosa* ($F=4.6500$, $gl=5$ $P=0.0441$) (presentan una mayor abundancia en las orientaciones SO y NE), *Styrax argenteus* ($F=9.2647$, $gl=6$ $P=0.0020$) (presentan una mayor abundancia en las orientaciones NE) y *Ternstroemia*

lineata (F=3.1834, *gl*=7 P=0.0310) (presentan una mayor abundancia en las orientaciones SE), en el Bosque de Pino-Encino para la especie de *Styrax argenteus* (F=26.333, *gl*=5 P=0.0111) (presentan una mayor abundancia en las orientaciones SE y NE) y en el Bosque Mesófilo de Montaña para las especies *Quercus rugosa* (F=3.3444, *gl*=7 P=0.0479) (presentan una mayor abundancia en las orientaciones E y NE) y *Styrax argenteus* (F=7.0529, *gl*=7 P=0.0010) (presentan una mayor abundancia en las orientaciones S, SO y NE) (Figura 12).

Al considerar las especies compartidas de forófitos en los diferentes tipos de vegetación, no se encontraron diferencias significativas en sus diferentes forófitos, ni por tipo de vegetación (Anexo 3).

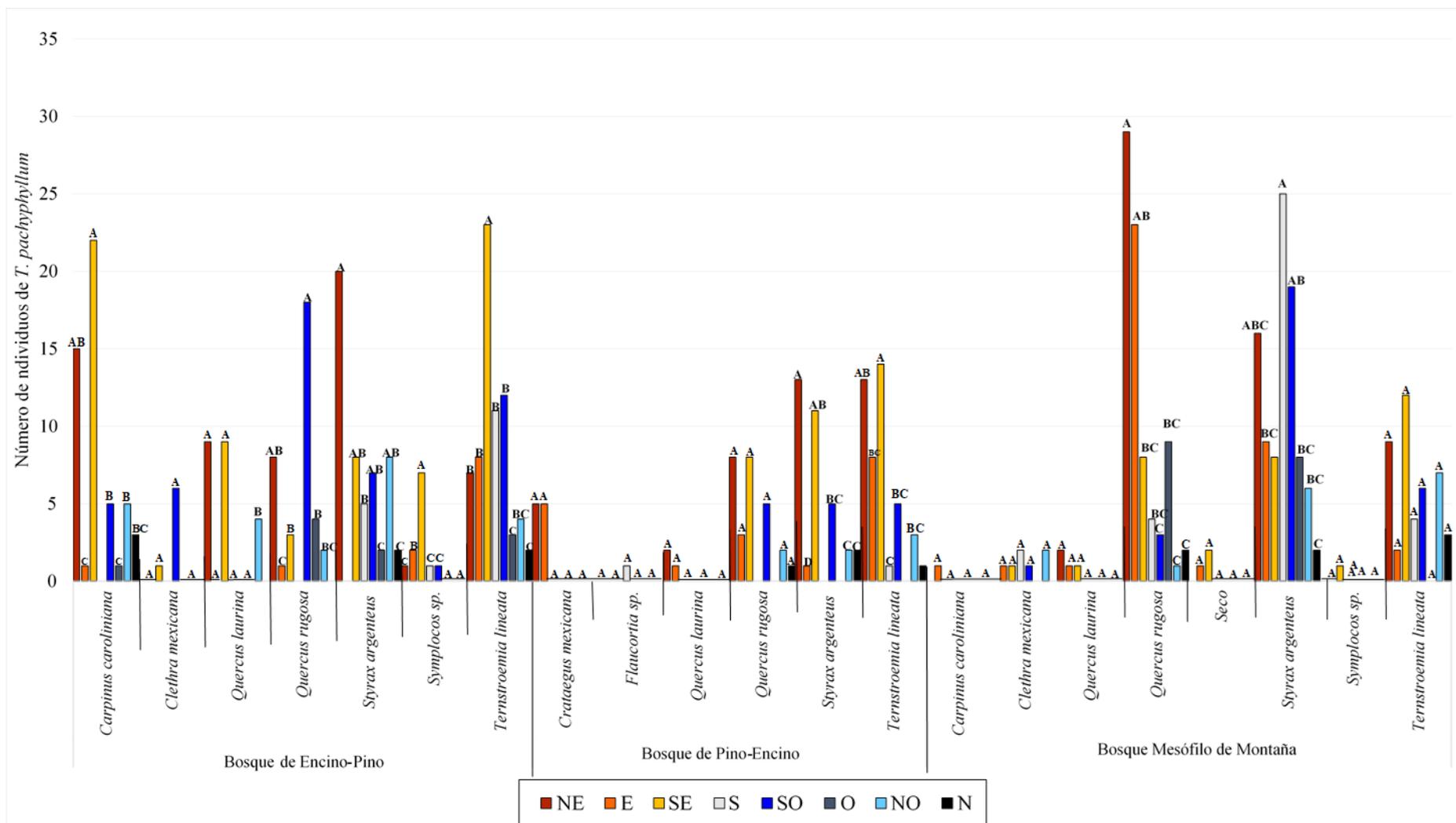


Figura 12. Individuos de *T. pachyphyllum* en sus diferentes orientaciones por forófito, en diferentes tipos de vegetación en el Predio de Tenderio. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

8.1.8 Sustratos

En la figura 13 se observa cómo se dispersan las especies de forófitos, así como los diferentes tipos de vegetación en base a su relación con los diferentes sustratos, donde se muestra que *T. pachyphyllum* tiende a establecerse con el sustrato musgo, en los diferentes forófitos (figuras de colores) y tipos de vegetación registrados también se puede observar que la orquídea en estudio en Bosque Mesófilo de Montaña sobre *S. argenteus* (cuadros verdes), se encontró además con líquenes. La guía para identificar los forófitos de cada tipo de vegetación de la figura 13 se muestra en el Anexo 4.

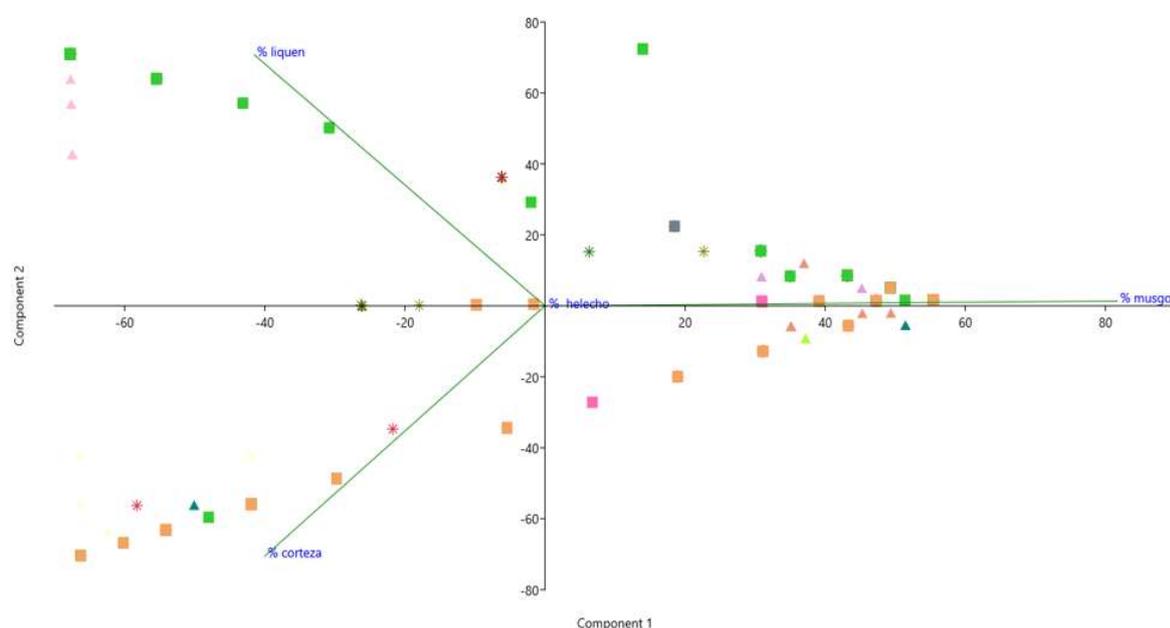


Figura 13. Relación de los individuos de *T. pachyphyllum* en sus diferentes sustratos. En donde: ▲ Bosque de Encino-Pino, * Bosque de Pino-Encino, ■ Bosque Mesófilo de Montaña (Para identificar los forófitos de cada tipo de vegetación, ver Anexo 2). Diagrama de dispersión sobre el plano de los ejes uno y dos del análisis de correspondencia de los forófitos de los distintos tipos de vegetación (▲, *, ■) y las especies de forófitos (puntos de colores). Las líneas verdes, corresponden a los centroides de cada sustrato.

8.2 Éxito reproductivo femenino

De manera general se registraron 27 plantas sobre cuatro diferentes forófitos, con un total de 229 flores y cuatro frutos (Figura 14), se encontró un bajo porcentaje de producción de frutos, así como un *fruit set* calculado de 0.017 para la especie de *T. pachyphyllum*.

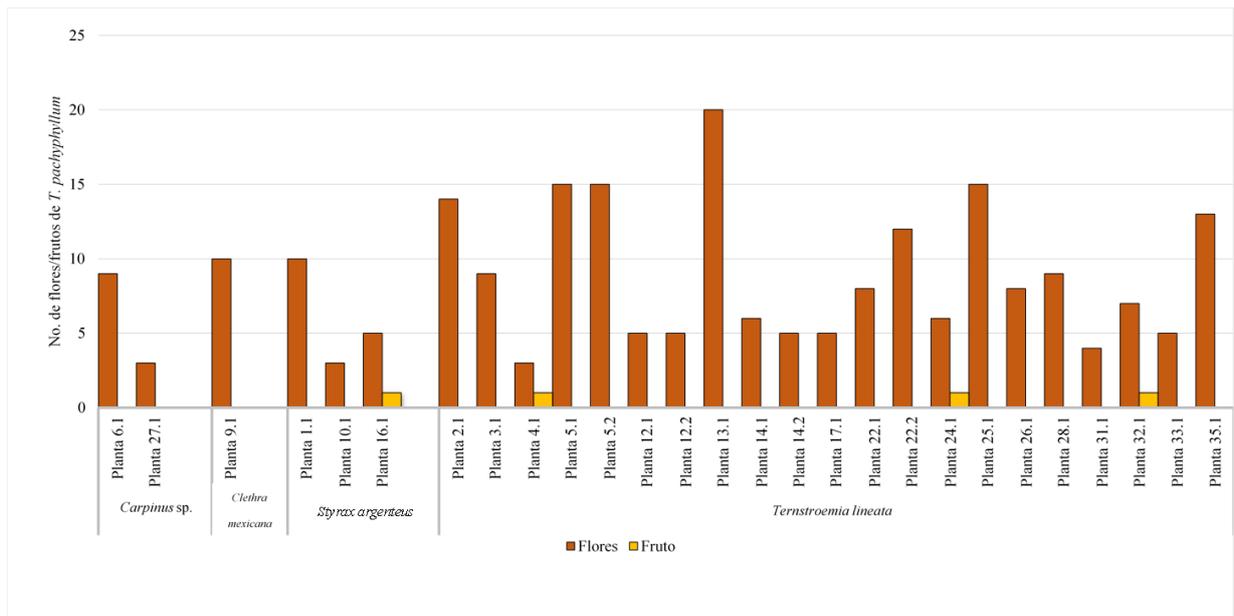


Figura 14. Flores y frutos producidos por diferentes individuos de *T. pachyphyllum* marcados, en el Predio de Tenderio.

Por especie de forófito *Ternstroemia lineata* fue la que presentó significativamente mayor número de flores marcadas ($F=11.090$; $gl=3$; $P=0.0012$) (Figura 15).

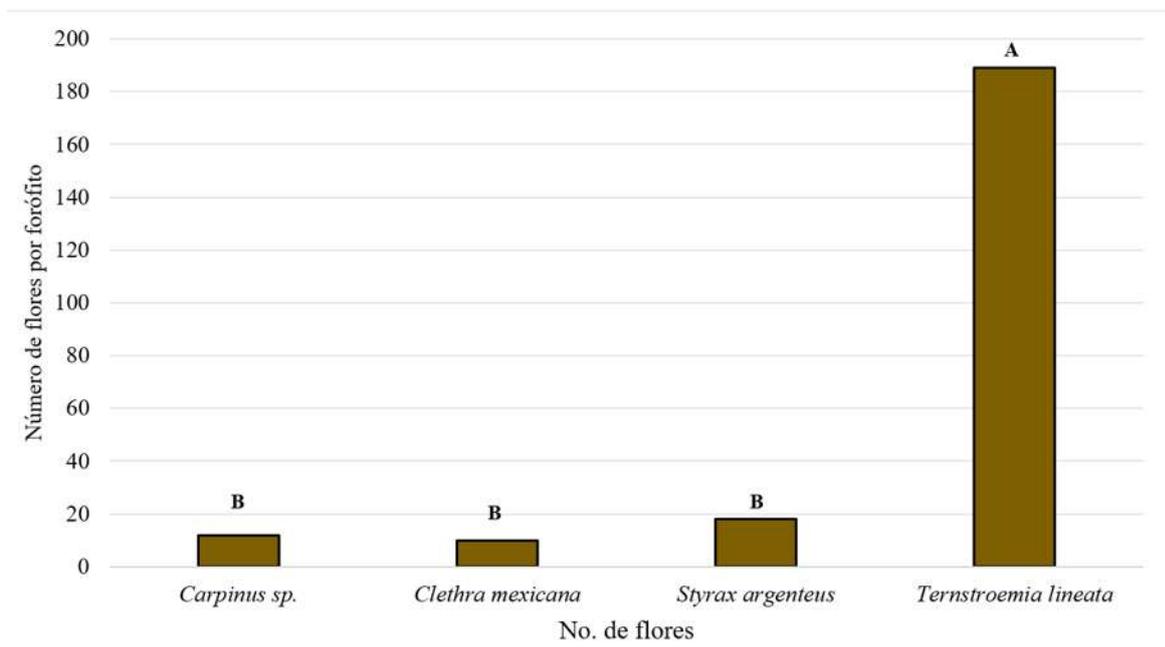


Figura 15. Producción de flores *T. pachyphyllum* en diferentes especies de forófitos. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Así como mayor producción de frutos ($F=8.3177$; $gl=3$; $P=0.0399$) (Figura 16).

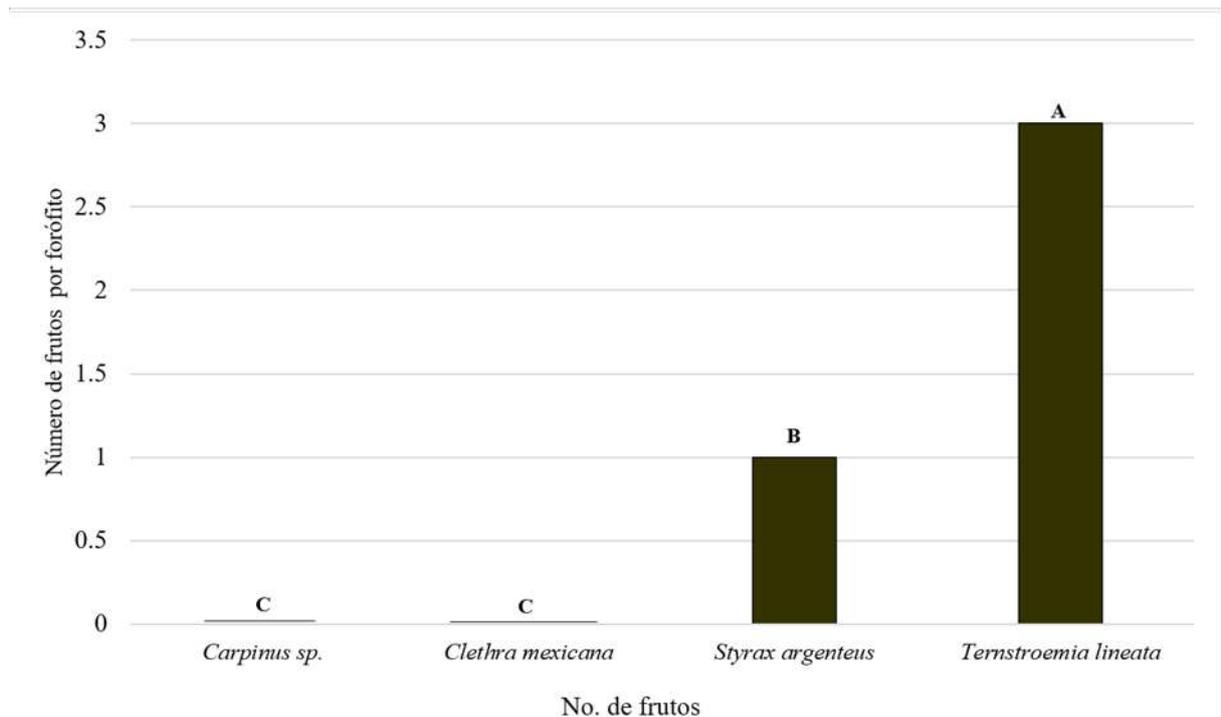


Figura 16. Producción de frutos de *T. pachyphyllum* en diferentes especies de forófitos. Diferentes letras indican diferencias significativas entre las medias para cada especie determinada por Prueba de Tukey ($P < 0,05$).

Con respecto a la viabilidad de las semillas se observó un 90% de viabilidad y un 10% de testas vacías, observándose diferencias significativas ($F=35.5251$; $gl=1$; $P=0.00001$) (Figura 17).

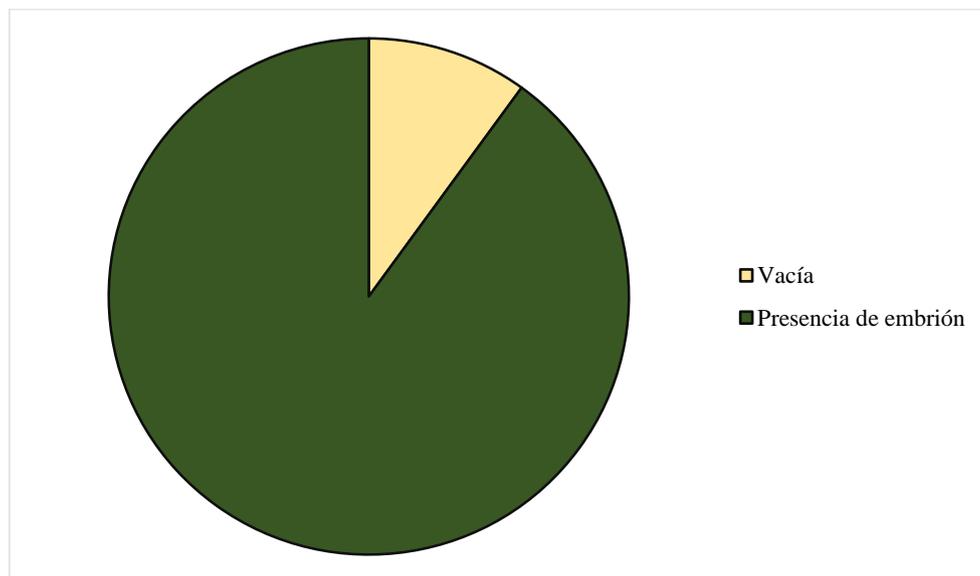


Figura 17. Viabilidad evaluada con la presencia de embrión producto de la polinización abierta de *T. pachyphyllum*.

9.-DISCUSIÓN

9.1.1 Especies de árboles dominantes

En este estudio se reportaron 902 árboles dentro de los 12 cuadrantes de los cuales, predominó la abundancia de las especies *Styrax argenteus* y *Ternstroemia lineata*, las cuales son reportadas como especies con alto valor de importancia ecológica (Cervantes-Uribe, 2018) y frecuencia relativa (Santana *et al.*, 2014).

9.1.2 Frecuencia y abundancia de *Trichocentrum pachyphyllum* sobre sus forófitos

Se ha sugerido que el papel del hospedero, sobre el cual crecen las epífitas, es facilitar el desarrollo de estas (Callaway *et al.*, 2002), sin embargo, en algunas ocasiones se ha observado que las especies epífitas presentan afinidad a uno o pocos forófitos sugiriendo que las características físicas que presentan, así como su abundancia dentro del área provoca estas diferencias (Ramírez, 2006).

En este estudio se observó que la mayor abundancia de individuos de *T. pachyphyllum* fue sobre las especies arbóreas (forófitos) de *Styrax argenteus*, *Quercus rugosa* y *Ternstroemia lineata*, resultados similares a los reportados para otras especies de orquídeas epífitas en el mismo predio de Tenderio, como son: *Erycina hyalinobulbon* (Domínguez-Gil, 2015), *Oncidium reichenheimii* (Herrera-Villanueva *et al.*, 2019) y *Rhynchostele cervantesii* (Cervantes-Uribe, 2018).

Es importante mencionar de *T. lineata* y *S. argenteus* a pesar de no ser forófitos de grandes dimensiones hay una gran cantidad dentro de la estructura vegetal del predio de Tenderio (Cervantes-Uribe, 2018), y esto puede aumentar la probabilidad del establecimiento sobre los mismos (Ramírez, 2006; Álvarez-Arnesi, 2017).

Por otro lado, la especie de *Quercus rugosa* fue reportada por Domínguez-Gil, 2015 como una de las especies con mayor ocupación de orquídeas en el área de estudio, esto puede ser debido a las características de su corteza, al presentar rugosidades dónde se pueden encontrar microhábitats, así como al proporcionar lugares sombreados y húmedos, que permiten el establecimiento y germinación de las semillas (Díaz-Bedolla, 2020; Morales, 2019; Jiménez, 2014; García, 2012;), estudios en especies como: *Rhynchostele cervantesii* (Cervantes-Uribe, 2018), *Prosthechea karwinskii* (Díaz-Bedolla, 2020) y *Laelia anceps* subsp. *anceps* (Morales, 2019) concuerdan que especies del género *Quercus*, son excelentes hospederos.

9.1.2.1 Abundancia de *T. pachyphyllum* en relación al DAP de los forófitos.

El diámetro a la altura del pecho (DAP) que presenten los hospederos es un factor que afecta el establecimiento y desarrollo de las especies (Carvente-Acteopan *et al.*, 2017; Morales-Hernández *et al.*, 2016), donde un forófito con un DAP mayor indicaría que es un individuo maduro que permitiría una mayor colonización y crecimiento de epífitas (Martínez-Meléndez *et al.*, 2007; Ramírez, 2006; Maldonado, 2005; Hernández-Rosas, 2000), mientras que un DAP menor es indicador de una edad más joven, en consecuencia los soportes serán más delgados y cambiantes a lo largo del tiempo, su corteza será más fina y delgada con baja capacidad de retención del agua, causando un stress ambiental para las epífitas, así como una baja captura de semillas (Hernández-Rosas, 2000). En este trabajo se encontraron diferencias significativas entre el DAP de *Quercus rugosa* y la abundancia de *T. pachyphyllum*, observándose la mayor abundancia de individuos de la orquídea sobre encinos que oscilan sus DAP entre los 120 cm y 250 cm, al tratarse de una especie de forófito de lento crecimiento, encontrar estos diámetros nos estaría indicando individuos de una edad madura, con grandes copas, de ramas gruesas y fuertes, las cuales pueden aguantar el peso de las epífitas de mayor tamaño (Hernández-Rosas, 2000), además de jugar un papel importante en el establecimiento de los propágulos de epífitas, los cuales son dispersados por el viento o por las aves (Jiménez, 2014; Ramírez, 2006). Mientras que en *Styrax argenteus* y *Ternstroemia lineata* la mayor abundancia de la orquídea se encontró sobre los forófitos con un DAP entre los 40 cm y 80 cm en ambas especies, cuya altura, copa abierta y ramificada serían características de individuos adultos (Carranza-González, 1993), ya que como se mencionó, la edad es importante para el establecimiento y abundancia de las epífitas, por lo anterior, es fundamental considerar la permanencia de especies de árboles adultos que permitan la estabilidad de las poblaciones de orquídeas en zonas amenazadas al cambio de uso de suelo, en este caso principalmente especies como *Quercus rugosa*, *Styrax argenteus* y *Ternstroemia lineata*.

9.1.3 Distribución de *T. pachyphyllum* de acuerdo a las zonas del forófito.

En *T. pachyphyllum* se observó la mayor abundancia de individuos en la copa de los árboles, similar a lo reportado para otras especies de orquídeas como son: *Prosthechea karwinskii* (Díaz-Bedolla, 2020; Cedillo-Rodríguez *et al.*, 2013), *Rhynchostele cervantesii* (Cervantes-Uribe, 2018) y *Cuitlauzina pendula* (Pérez-Decelis, 2013) y *Oncidium reichenheimii* (Herrera-Villanueva *et al.*, 2019), donde las especies tienen un mayor acceso a la luz, la cual es capturada para ser utilizada en los procesos de fotosíntesis y transpiración (Rodríguez, 2018), además puede influir en la abundancia y diversidad de los hongos micorrízicos, así como en la presencia

de los polinizadores (García-González y Damon, 2013), mientras que en la zona del tronco debido a la baja luz que reciben es poco o casi nula la colonización (Jiménez, 2014; García-González y Damon, 2013).

9.1.4 Frecuencia de *T. pachyphyllum* en las secciones de la copa (basal, intermedia, distal).

T. pachyphyllum presentó una mayor abundancia de individuos hacia la sección basal, similar a los reportado para la especie *Bulbophyllum nagelii* (Domínguez-Gil, 2015) y *Prosthechea karwinskii* en su categoría de adultos (Díaz-Bedolla, 2020), donde dicha posición puede estar relacionada con las diferencias en la tolerancia a la luz, humedad y a las adaptaciones ecofisiológicas de cada especie (Pérez-Decelis, 2013),-además también puede deberse a que muchas veces son tan numerosas las plantas epífitas en los hospederos que ocasiona una alta competencia por la luz y los nutrientes, o quizás al perder sus ramas en periodos de mucha humedad a consecuencia de un gran peso por parte de la vegetación mojada (Granados-Sánchez *et al.*, 2003), nuestros resultados difieren a lo reportado en diversas especies como: *Rhynchostele cervantesii* (Cervantes-Uribe, 2018) y *Cuitlauzina pendula* (Pérez-Decelis, 2013), cuya mayor abundancia es hacia la sección intermedia, y a especies como *Erycina hyalinobulbon* (Domínguez-Gil, 2015) y *Prosthechea karwinskii* (Díaz-Bedolla, 2020) cuya mayor abundancia de individuos es hacia la sección distal

En nuestro estudio se reporta un mayor número de individuos en el Bosque de Encino-Pino y Bosque Mesófilo de Montaña hacia las secciones basal y distal esto podría deberse al hospedero, la arquitectura que estos presentan (densidad, altura, diámetro a la altura del pecho), así como las características propias de cada uno (corteza, inclinación de las ramas, cantidad de materia orgánica, entre otras) propiciando condiciones más apropiadas para el establecimiento de las orquídeas (Morales-Hernández *et al.*, 2016; Jiménez, 2014), mientras que en el Bosque de Pino-Encino la mayor abundancia se encontró hacia la zona basal, esto puede deberse a que aun cuando se reporta a los encinos como buenos forófitos, en un lugar más seco puede provocar la presencia de cortezas con menos retención de humedad, mayor exposición a la luz, siendo las partes cercanas al tronco las que mantendrían una retención de humedad necesaria para que las epífitas sobrevivan (Bello y Madrigal, 1996), otro factor que podría interferir en la colonización de otras zonas de la copa puede ser la alta fragilidad que presentan sus ramas (Jiménez, 2014).

9.1.5 Patrón de distribución de *T. pachyphyllum*, de acuerdo a la posición en la rama

Las posiciones que pueden presentar las epífitas sobre el forófito, puede estar asociados a diversos factores (humedad, radiación, presencia de briofitas/o helechos), (Pérez-Decelis, 2013) así como al número, acomodo y diámetro que presenten las ramas de los forófitos, las cuales propician la acumulación de materia orgánica (Domínguez-Gil, 2015), además de favorecer la formación de microhábitats (García-Balcázar, 2012; Maldonado, 2005). Para *T. pachyphyllum* en este estudio se pudo observar que los individuos crecen en la parte superior (arriba) y lateral coincidiendo con lo reportado para las especies de: *Prosthechea karwinskii* (Díaz-Bedolla, 2020), *Cuitlauzina pendula* (Pérez-Decelis, 2013), y *Oncidium reichenheimii* (Herrera-Villanueva *et al.*, 2019) cuya mayor abundancia se reporta hacia la posición lateral, mientras que en *Rhynchostele cervantesii* es reportada además en la posición de arriba de las ramas, estas posiciones permiten que los individuos tengan un mayor acceso a la luz, una mejor ventilación y captación de humedad, así como de agua y nutrientes (Morales, 2019). Mientras que en las posiciones de abajo y vertical se muestra un menor número de individuos, esto puede estar relacionado con la caída de propágulos y plántulas que en estas posiciones ocurren con mayor frecuencia (Hernández-Rosas, 2000).

9.1.6 Categorías de edad

La mayor abundancia de individuos de *T. pachyphyllum* fue en la categoría de juvenil, siendo similar a lo encontrado para la especie de *Rhynchostele cervantesii* (Cervantes-Uribe, 2018), pero difiere con lo reportado para *Cuitlauzina pendula* (Pérez-Decelis, 2013), *Prosthechea karwinskii* (Díaz-Bedolla, 2020) y *Oncidium reichenheimii* (Villanueva-Herrera *et al.*, 2019), cuya mayor abundancia es reportada en la categoría de adultos.

La ausencia de plántulas que fue reportado de la especie en estudio, puede ser ocasionado por cambio de uso de suelo que se observa, pues al aumentar los niveles de exposición solar genera sitios inadecuados de germinación, o al disminuir la humedad, aumenta la mortalidad de las semillas por la alta susceptibilidad al estrés hídrico que estas presentan durante las temporadas de secas (Pérez-Decelis, 2013; Maldonado, 2005), también es posible que se esté desestimando su presencia, debido a que en las ramas muy altas no se observó en su totalidad, en este trabajo se reporta una mayor cantidad de juveniles y una menor de adultas, esto coincide con lo reportado por Díaz-Bedolla, 2020 para *Prosthechea karwinskii*, donde reporta muy pocas plántulas y que la etapa adulta fue la menos representativa sugiriendo que esto se debe a la baja viabilidad de las semillas, bajo éxito de supervivencia de las plántulas, así como a una tasa de polinización baja y a la extracción ilegal de individuos reproductivos.

9.1.7 Orientación

La orientación que pueden mostrar las especies puede ser resultado de una combinación de varios factores como requerimientos propios de cada especie (luz, humedad), la dirección y velocidad de los vientos del área donde la orquídea se encuentre establecida, así como el lugar donde las semillas sean depositadas y estas encuentren condiciones adecuadas para su desarrollo (García-González *et al.*, 2016; García-González y Damon, 2013). En este estudio se encontró que *T. pachyphyllum* muestra una tendencia hacia las orientaciones NE y SE, esto coincide con lo reportado para la especie *Cuitlauzina pendula* (Pérez-Decelis, 2013) y *Telipogon helleri* cuya tendencia fue reportada hacia el noreste (García-González y Damon, 2013) mientras que *Tetramicra malpighiarum* muestra una tendencia a crecer preferentemente con orientaciones sur y noroeste (García-González *et al.*, 2016) para la especie de *Laelia anceps* subsp. *anceps* la cual se encontró con una tendencia a establecerse hacia el norte (Morales, 2019) mientras que *Prosthechea karwinskii* presenta una tendencia hacia las orientaciones N y E (Díaz-Bedolla, 2020).

9.1.8 Sustrato

Se encontró una mayor abundancia de *T. pachyphyllum* en el sustrato musgo, probablemente porque las briofitas tienden a proporcionar condiciones climáticas más favorables para la germinación de semillas al retener una mayor humedad (Díaz-Bedolla, 2020; Pérez-Decelis, 2013), así como probablemente favorece el crecimiento de los hongos micorrízicos (Domínguez-Gil, 2015).

9.2 Éxito reproductivo femenino

En la familia Orchidaceae se ha reportado un bajo *fruit set* con la polinización abierta, sugiriendo que la baja fructificación es más común en especies epífitas, al estar expuestas a la limitación de recursos, y donde un alto *fruit set* podría deberse a altas tasas de polinización cruzada, mientras que un bajo porcentaje de frutos viables significaría polinizaciones entre parientes (endogamia) o una menor variabilidad genética (Borba y Braga, 2003). Para la especie en estudio *T. pachyphyllum*, se encontraron valores bajos de *fruit set* (0.017) y un éxito de 1.7% esto coincide con otros estudios de orquídeas epífitas como *Cuitlauzina pendula* quien presentó el 3.2% (Pérez-Decelis, 2013), *Liparis makinoana* entre 0.1% y 0.2% (Soo *et al.*, 2001), *Tolumnia variegata* entre el 0.2% y 2.4% (Ackerman *et al.*, 1997), *Brassavola cebolleta* con 6.1% (Rech *et al.*, 2010), se ha sugerido que esto puede deberse a un efecto de la polinización,

la cual es extremadamente compleja en la familia Orchidaceae, que se distingue por alto grado de especificidad al adoptar ciertas disposiciones florales, las cuales obligan al polinizador a tener contacto con sus polinias adhiriéndose estas a determinadas partes del cuerpo del polinizador, permitiéndoles aumentar las probabilidades de llegar al estigma de otra flor, ocasionando que solo aquellos polinizadores con una estructura específica, puedan tener éxito en la polinización (Téllez-Velasco y Tejeda-Sartorius, 2013). Por otro lado, la fragmentación del hábitat y la extracción de los ejemplares puede limitar la polinización, así como la variabilidad genética, disminuyendo el éxito reproductivo (Pérez-Decelis, 2013, Ávila- Díaz, 2007).

En cuanto a la viabilidad de las semillas del fruto colectado, se observó un alto porcentaje de embriones viables por el tratamiento de polinización abierta, con el 90%, esto es similar a lo reportado para las especies de *Rhynchostele cervantesii* (100%) (Magaña-Lemus, 2018), *Cuitlauzina pendula* (80%) (Pérez-Decelis, 2013), *Prosthechea vespa* (87%), *Sobralia klotzscheana* (80%) (Mercado y Cancino, 2012), observándose valores altos de viabilidad de las semillas provenientes de polinización natural.

9.3 Implicaciones para la conservación de *T. pachyphyllum*

El conocer y entender la ecología de *T. pachyphyllum*, así como el conocimiento básico de su biología reproductiva nos puede ayudar a evaluar e inferir el estado actual y futuro de conservación de sus poblaciones, además de ser fundamental para implementar estrategias de manejo que permitan su conservación a largo plazo.

Los resultados aquí presentados, también son útiles para la obtención de cápsulas con semillas viables, para el establecimiento de un sistema de reproducción *in vitro*, que permita la reproducción de plantas a gran escala en invernaderos para disminuir en cierto grado, el impacto causado por la extracción.

10.- APORTACIONES AL CONOCIMIENTO DE *T. pachyphyllum*

- ✓ Se registraron 172 forófitos agrupados en diez especies: *Carpinus caroliana*, *Clethra mexicana*, *Crataegus mexicana*, *Flacourtia* sp., *Quercus laurina*, *Quercus rugosa*, árbol seco, *Styrax argenteus*, *Symplocos* sp., y *Ternstroemia lineata*.
- ✓ *Styrax argenteus*, *Ternstroemia lineata* y *Quercus rugosa* fueron los forófitos que presentaron una mayor abundancia de individuos de la orquídea en estudio.
- ✓ Se registró una mayor abundancia de individuos de la orquídea en estudio en la zona de la copa de los forófitos.
- ✓ En cuanto a la distribución de los individuos de *T. pachyphyllum* en las diferentes secciones de la copa (basal, intermedia y distal), se registró mayor número de individuos en la sección basal.
- ✓ En cuanto a las diferentes posiciones en que puede establecerse la orquídea en estudio sobre la rama, se encontró una mayor abundancia de individuos en las posiciones arriba y lateral.
- ✓ En lo que respecta las categorías de edad, de manera general no se registran plántulas de *T. pachyphyllum*, solamente juveniles y adultos en el Predio de Tenderio, Mich.
- ✓ De manera general en cuanto a la orientación se encontró una mayor abundancia de individuos de la orquídea en estudio en las posiciones NE y SE.
- ✓ Se registró una mayor abundancia de la orquídea con el sustrato musgo.
- ✓ El éxito reproductivo femenino de *T. pachyphyllum* en el Predio de Tenderio fue bajo como en otras especies de orquídeas que no ofrecen recompensa.

11.- CONCLUSIÓN

Se logró llevar a cabo la caracterización ecológica de *Trichocentrum pachyphyllum* (ORCHIDACEAE) y se determinaron algunas de las variables ecológicas favorables de Tenderio Municipio de Tingambato, Michoacán, que son fundamentales para desarrollar estrategias de conservación para esta especie.

Anexo 3. Trabajos sobre la ecología de algunas orquídeas epífitas.

Especie (s)	Lugar	Variables medidas	Forófito	Autor
<i>Tetramicra malpighiarum</i>	Parque Nacional Desembarco del Granma en Cuba	-Identificación taxonómica de forófitos -Preferencias de establecimiento de <i>T. malpighiarum</i> -Clases de vida de los individuos de <i>T. malpighiarum</i> -Orientaciones cardinales que tienen en los forófitos, y estado de agregación en el que crecen	- <i>Malpighia incana</i> - <i>Erythroxylum havanense</i> - <i>Eugenia anthacanthoides</i> - <i>Guettarda elliptica</i> - <i>Plumeria obtusa</i> - <i>Randia aculeata</i> - <i>Stigmaphyllon sagreanum</i>	García-González <i>et al.</i> , 2016
<i>Ionopsis utricularioides</i>	Finca “La Juanita”, al noreste de Pinar del Río, Cuba.	-Altura y DAP de los naranjos -Micrositios -Clases de vida -Orientación en el forófito -Estado de las orquídeas (solitarias o agregadas)	- <i>Citrus sinensis</i>	García-González y Riverón-Giró, 2014
<i>Cattleya maxima</i>	Río Mangas en Piura, al noroeste de Perú	-Requerimientos ambientales de <i>C. maxima</i> -Relación entre la epífita y sus forófitos -Presencia por especie de forófito -Presencia por clases diamétricas	- <i>Maytenus octogona</i> - <i>Clusia</i> sp. - <i>Styrax</i> sp. - <i>Ficus involuta</i> - <i>Nectandra</i> sp.	Fernández-Zeballos, 2018
Diversos taxa	Parque ecológico “José Mariano Mociño”, estado de México	-Abundancia de orquídeas -Abundancia de orquídeas en los forófitos	- <i>Quercus</i> spp. - <i>Fraxinus uhdei</i> - <i>Pinus oocarpa</i> - <i>Myrcianthes fragrans</i> - <i>Nectandra salicifolia</i> - <i>Leucaena glauca</i> - <i>Inga jinicuil</i> - <i>Plumeria</i> sp. - <i>Acacia farnesiana</i>	Martínez-Meléndez <i>et al.</i> , 2018
Diversos taxa	San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.	-Descripción fisionómica de la vegetación -Abundancia y diversidad de las orquídeas epífitas -Similitud florística de orquídeas epífitas entre los fragmentos	- <i>Quercus laurina</i> - <i>Quercus glabrescens</i> - <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> - <i>Oreopanax xalapensis</i>	Martínez-Becerril, 2012
Diversos taxa	Ichaqueo y San Miguel del Monte, Michoacán	-Distribución vertical	- <i>Quercus laeta</i>	Correa, 2012
<i>Prosthechea karwinskii</i>	Indaparapeo, Michoacán	-Patrón de distribución de <i>P. karwinskii</i> -Distribución de <i>P. karwinskii</i> de acuerdo a las zonas del forófito	- <i>Quercus deserticola</i> - <i>Crataegus mexicana</i>	Díaz-Bedolla, 2020

		-Frecuencia de <i>P. karwinskii</i> en las secciones de la copa (A, B, C) -Patrón de distribución de <i>P. karwinskii</i> de acuerdo a la orientación, la posición en la rama y los sustratos en los que se encuentra		
Diversos taxa	Estación Vasco de Quiroga Uruapan Michoacán	-Listado de orquídeas epífitas -Listado de los árboles encontrados en el área de estudio -Distribución de las orquídeas epífitas en las spp de diferentes forófitos -Distribución vertical de las orquídeas epífitas -Posición en la rama -Categorías de edad	-Árbol seco - <i>Carpinus caroliniana</i> - <i>Clethra</i> sp. - <i>Cleyera theaeoides</i> - <i>Clusia salvinii</i> - <i>Cornus disciflora</i> - <i>Dendropanax arboreus</i> - <i>Fraxinus uhdei</i> - <i>Garrya longifolia</i> - <i>Quercus candicans</i> - <i>Quercus dysophylla</i> - <i>Quercus obtusata</i> - <i>Quercus</i> sp. - <i>Solanum aphyodendron</i> - <i>Zinowiewia concinna</i>	Sánchez-Velázquez, 2019
<i>Cuitlauzina Pendula</i>	Barranca de Cupatitzio Uruapan Michoacán	-Preferencia de hospedero - Distribución vertical y horizontal de <i>C. pendula</i> -Preferencia por clases de edad y su posición en el árbol -Tipo de sustrato -Posición en las ramas -Orientación	- <i>Quercus laeta</i> - <i>Garrya longifolia</i> - <i>Quercus</i> sp.	Pérez-Decelis, 2013
<i>Rhynchostele cervantesii</i>	Predio de Tenderio, Tingambato, Michoacán	-Densidad y distribución de <i>R. cervantesii</i> por forófito -Preferencia de <i>R. cervantesii</i> por la especie de forófito -Zona que ocupan en el forófito (T= tronco o C= copa) -Sección que ocupa en la copa del fórofito (A= parte interna, B= parte intermedia y C= parte distal) -Posición que ocupa sobre la rama (arriba, abajo, lateral, colgando) -Tipo de sustrato - Categorías de edad	- <i>Clethra mexicana</i> - <i>Meliosma dentata</i> - <i>Quercus laurina</i> - <i>Quercus rugosa</i> - <i>Styrax argenteus</i> - <i>Ternstroemia lineata</i>	Cervantes-Uribe, 2018
<i>Oncidium reichenheimii</i>	Predio de Tenderio, Tingambato, Michoacán	-Frecuencia y densidad <i>O. reichenheimii</i> en los forófitos -Categorías de edad de <i>O. reichenheimii</i> -Distribución vertical -Posición en la rama -Orientación -Sustrato	- <i>Crataegus mexicana</i> - <i>Flaucortia</i> sp. - <i>Quercus rugosa</i> - <i>Styrax argenteus</i> - <i>Symplocos</i> sp. - <i>Ternstroemia lineata</i>	Herrera-Villanueva et al., 2019

Diversos taxa	Predio de Tenderio, Tingambato, Michoacán	<ul style="list-style-type: none"> -Listado de especies de orquídeas epífitas -Distribución de las orquídeas epífitas en los diferentes forófitos - Presencia y frecuencia de las especies de orquídeas epífitas encontradas - Distribución vertical de las orquídeas epífitas 	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Styrax argenteus</i> -<i>Encino blanco</i> -<i>Quercus laurina</i> -<i>Quercus rugosa</i> -<i>Encino rojo</i> -<i>Haya</i> -<i>Jaboncillo</i> -<i>Ternstroemia lineata</i> -<i>Palo blanco</i> -<i>Palo cuadrado</i> -<i>Palo morado</i> -<i>Solanaceae</i> -<i>Crataegus pubescens</i> -<i>Tejocotillo</i> -<i>Tronco muerto</i> -<i>Ucas</i> -<i>Vejuco</i> 	Domínguez -Gil, 2015
----------------------	---	--	---	----------------------

Anexo 4. Trabajos sobre éxito reproductivo femenino

Especie	Lugar	Variables medidas	Autor
<i>Rhyncholaelia glauca</i>	Chavarrillo, Coatepec, Veracruz.	<ul style="list-style-type: none"> -Efecto del número total de flores de <i>R. glauca</i> por árbol hospedante sobre la producción de frutos -Distribución espacial de plantas de orquídeas reproductivas -Éxito reproductivo de los individuos de <i>R. glauca</i> por árbol hospedante 	Flores-Palacios y García-Franco, 2003
<i>Laelia speciosa</i>	Indaparapeo y Cerro el Olvido, Michoacán	<ul style="list-style-type: none"> -Sistema de apareamiento -Viabilidad de semillas en los diferentes tratamientos de polinización manual -Éxito reproductivo femenino 	Ávila-Díaz, 2007
<i>Prosthechea Karwinskii</i>	Michoacán	<ul style="list-style-type: none"> -Sistema de apareamiento -Evaluar el éxito reproductivo femenino 	Camacho-Domínguez y Ávila-Díaz, 2011
<i>Trichocentrum pumilum</i>	Taquaritinga Brasil.	<ul style="list-style-type: none"> -Características y fenología de plantas y flores -Visitantes florales y proceso de polinización 	Pansarin y Pansarin, 2011
<i>Cuitlauzina pendula</i>	Uruapan Michoacán	<ul style="list-style-type: none"> -Sistema de apareamiento - Viabilidad de semillas con la presencia de embriones - Éxito reproductivo femenino 	Pérez-Decelis, 2013
<i>Rhynchostele cervantesii</i>	Tingambato Michoacán	<ul style="list-style-type: none"> -Sistema de apareamiento y éxito reproductivo femenino -Viabilidad de semillas con la presencia de embriones 	Magaña-Lemus, 2018

Anexo 5. Análisis con resultados no significativos.

			Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F	Prob > F	
Frecuencia y abundancia de <i>Trichocentrum pachyphyllum</i> sobre sus forófitos	Tipos de vegetación		Vegetación	2	2	8154486	15.526	0.7772	
Diámetro a la altura del pecho (DAP) y abundancia de individuos de <i>T. pachyphyllum</i>	Forófito	<i>Carpinus caroliniana</i>	-	-	-	-	-	-	
		<i>Clethra mexicana</i>	-	-	-	-	-	-	
		<i>Crataegus mexicana</i>	-	-	-	-	-	-	
		<i>Flaucortia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	
		<i>Quercus laurina</i>		12	12	74.769231	6.45397	0.5089	
		<i>Seco</i>	-	-	-	-	-	-	
		<i>Symplocos sp.</i>	-	-	-	-	-	-	
Distribución de <i>T. pachyphyllum</i> (en general y por categoría de edad) de acuerdo a las zonas del forófito	Forófito	<i>Clethra mexicana</i>	Zona	1	1	6.4	6.2367	0.2666	
		<i>Symplocos sp.</i>	Zona	1	1	25	1.5625	0.4296	
	Compartidas	<i>Quercus laurina</i>	Vegetación	1	1	33.333333	2.2901	0.1645	
		Interacción	<i>Quercus laurina</i>	Vegetación*Zona	2	2	43.75	2.3951	0.1413
			<i>Quercus rugosa</i>	Vegetación*Zona	2	2	50.23695	0.7096	0.4963
			<i>Styrax argenteus</i>	Vegetación*Zona	2	2	14.504431	1.4344	0.2424
	General	<i>Ternstroemia lineata</i>	Vegetación*Zona	2	2	8.018688	1.1001	0.3364	
			Zona* edad	2	2	5.56640	0.3304	0.7190	
	Vegetación	Bosque de Encino-Pino	Zona* edad	1	1	16	1	0.5	
		Bosque de Pino-Encino	Zona* edad	2	2	3.01578	0.4715	0.6255	
		Bosque Mesófilo de Montaña	Zona* edad	1	1	20.210526	2.2128	0.1677	
	Forófito	<i>Carpinus caroliniana</i>	Zona* edad	-	-	-	-	-	

Frecuencia de <i>T. pachyphyllum</i> (en general y por categorías de edad) en las secciones de la copa (basal, intermedia, distal)	Forófito	<i>Clethra mexicana</i>	Zona* edad	2	2	2.6190476	1.1640	0.3996
		<i>Crataegus mexicana</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Flaucortia sp.</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus laurina</i>	Zona* edad	2	2	0.54937473	0.1254	0.8831
		<i>Quercus rugosa</i>	Zona* edad	2	2	10.483484	0.2271	.7989
		<i>Seco</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Styrax argenteus</i>	Zona* edad	2	2	2.6450236	0.53290	0.588
		<i>Symplocos sp.</i>	-	-	-	-	-	-
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Zona* edad	2	2	4.3963898	0.9022	0.4092
		<i>Carpinus caroliniana</i>	Disposición copa	2	2	0.2222222	1.000	0.4219
	<i>Clethra mexicana</i>	Disposición copa	2	2	3.5555555	5.33333	0.4667	
	<i>Quercus laurina</i>	Disposición copa	2	2	0.6666666	1.5000	0.02963	
	<i>Seco</i>	-	-	-	-	-	-	
	<i>Symplocos sp.</i>	Disposición en la copa	2	2	0.222222	1.000	.4219	
	<i>Bosque de Pino-Encino</i>	Disposición en la copa	2	2	3.934	0.4899	0.6162	
	Bosque de Encino-Pino	<i>Clethra mexicana</i>	Disposición copa	2	2	0.2222222	0.500	0.6297
		<i>Styrax argenteus</i>	Disposición copa	2	2	1.1696832	0.326	0.723
	Bosque de Pino-Encino	<i>Flaucortia sp.</i>	Disposición copa	2	2	.2222222	1.000	0.4219
		<i>Quercus laurina</i>	Disposición copa	2	2	.2222	0.5000	0.6297
		<i>Styrax argenteus</i>	Disposición copa	1	1	0.666	1.5000	0.2963
Bosque Mesófilo de Montaña	<i>Carpinus caroliniana</i>	Disposición copa	2	2	.22222	1.000	0.4219	
	<i>Clethra mexicana</i>	Disposición copa	2	2	3.5555	5.333	0.0467	
	<i>Quercus laurina</i>	Disposición copa	1	1	0.6666667	1.50000	0.2963	
	<i>Seco</i>	-	-	-	-	-	-	

Patrón de distribución de <i>T. pachyphyllum</i> (en general y por categoría de edad), de acuerdo a la posición en la rama	Compartidas-Vegetación	<i>Quercus rugosa</i>	Disposición copa	2	2	48.44101	0.856	0.4357		
		<i>Styrax argenteus</i>	Disposición copa	2	2	2.432956	0.7415	0.4804		
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Disposición copa	2	2	2.069753	0.5156	0.5996		
	Compartidas forófito	<i>Quercus rugosa</i>	Disposición copa	2	2	74.5735	1.3178	0.2838		
		<i>Styrax argenteus</i>	Disposición copa n	2	2	1.277884	0.3895	0.679		
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Disposición copa	2	2	10.663571	2.6566	0.078		
	Interacción	<i>Quercus rugosa</i>	Vegetación*Disposición copa	4	4	109.56242	0.9681	0.4405		
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Vegetación*Disposición copa	4	4	9.443851	1.1764	0.3298		
	General		<i>Copa*edad</i>	4	4	31.739992	2.0130	0.0923		
Vegetación	<i>Bosque de Encino-Pino</i>	<i>Copa*edad</i>	4	4	5.320522	0.4168	0.7962			
	<i>Bosque de Pino-Encino</i>	<i>Copa*edad</i>	4	4	8.4373	1.64223	0.1794			
	<i>Bosque Mesófilo de Montaña</i>	<i>Copa*edad</i>	4	4	19.955470	0.7552	0.5571			
Forófito	<i>Carpinus caroliniana</i>	<i>Copa*edad</i>	4	4	46.738095	0.2885	0.8639			
	<i>Clethra mexicana</i>	-	-	-	-	-	-			
	<i>Crataegus mexicana</i>	-	-	-	-	-	-			
	<i>Flaucortia sp.</i>	-	-	-	-	-	-			
	<i>Quercus laurina</i>	<i>Copa*edad</i>	4	4	24.117647	1.52778	00.5048			
	<i>Quercus rugosa</i>	<i>Copa*edad</i>	4	4	51.2366	0.9482	0.4463			
	<i>Styrax argenteus</i>	<i>Copa*edad</i>	4	4	2.2300980	0.7097	0.5876			
	<i>Ternstroemia lineata</i>	<i>Copa*edad</i>	4	4	1.8272917	0.5352	0.7112			
		<i>Clethra mexicana</i>	Posición en la rama	3	2	227.333	0.754657	0.0919	0.1875	0.8528
	<i>Quercus laurina</i>	Posición en la rama	2	2	3.230075	0.3659	0.7081			
	<i>Carpinus caroliniana</i>	Posición en la rama	2	3	61.329861	0.6223	0.6059			
	<i>Crataegus mexicana</i>	Posición en la rama	2	2	-	2	-			

	<i>Symplocos sp.</i>	Posición en la rama	2	2	-	2	-
	<i>Quercus laurina</i>	Posición en la rama	2	2	15.382456	1.7424	0.2531
Bosque de Encino-Pino	<i>Flaucortia sp.</i>	Posición en la rama	3	3	0.1875000	1.000	0.4262
	<i>Symplocos sp.</i>	Posición en la rama	3	3	6.25000	16.6667	04256
Bosque de Pino-Encino	<i>Quercus laurina</i>	Posición en la rama	3	3	0.25000	0.667	0.5885
	<i>Symplocos sp.</i>	Posición en la rama	3	3	2.750	11.000	0.4265
Bosque Mesófilo	<i>Carpinus caroliniana</i>	Posición en la rama	2	2	0.16667	1.000	0.4053
	<i>Clethra mexicana</i>	Posición en la rama	2	2	0.5000	1.2857	0.3227
	<i>Quercus laurina</i>	Posición en la rama	2	2	0.66667	3.0000	0.10004
	<i>Symplocos sp.</i>	Posición en la rama	-	-	-	-	-
Compartidas/Vegetación	<i>Styrax argenteus</i>	Posición en la rama	2	2	5.1388332	0.7347	0.4837
	<i>Ternstroemia lineata</i>	Posición en la rama	2	2	3.9593976	2.7239	0.0724
	<i>Quercus rugosa</i>	Posición en la rama	2	2	24.853478	0.3522	0.7064
	<i>Styrax argenteus</i>	Posición en la rama	2	2	0.481148	0.0688	0.9336
	<i>Ternstroemia lineata</i>	Posición en la rama	2	2	3.0118718	2.072	0.1334
	<i>Quercus rugosa</i>	Posición en la rama	4	4	65.561362	0.4645	0.7612
	<i>Quercus rugosa</i>	Posición en la rama	2	2	36.76776	0.521	0.5998
Compartidas/Interacción	<i>Styrax argenteus</i>	Vegetación*Posición en la rama	4	4	8.6759468	0.6202	0.6498
	<i>Ternstroemia lineata</i>	Vegetación*Posición en la rama	4	4	2.6306444	0.9049	0.4658
General		Rama*edad	6	5	18.975634	0.8952	0.4848
	<i>Bosque de Encino-Pino</i>	Rama*edad	6	5	5.1489709	0.3897	0.8550
	<i>Bosque de Pino-Encino</i>	Rama*edad	6	3	2.6463685	0.6454	0.6149
	<i>Bosque Mesófilo de Montaña</i>	Rama*edad	4	4	24.508939	0.7932	0.5325
Forófito	<i>Carpinus caroliniana</i>	Rama*edad	6	5	45.218654	0.7235	0.7073

	<i>Clethra mexicana</i>	Rama*edad	-	++	-	-	-
	<i>Crataegus mexicana</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Flaucortia sp.</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Quercus laurina</i>	Rama*edad	4	3	1.7929293	.8722	0.4906
	<i>Quercus rugosa</i>	Rama*edad	6	4	21.534393	0.3496	0.8429
	<i>Styrax argenteus</i>	Rama*edad	4	4	10.005467	1.4576	0.2241
	<i>Symplocos sp.</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Ternstroemia lineata</i>	Rama*edad	6	4	04428569	0.1592	0.9583
Bosque de Encino-Pino	<i>Carpinus caroliniana</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Clethra mexicana</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Quercus laurina</i>	Rama*edad	4	3	0.9175824	0.3059	0.8208
	<i>Quercus rugosa</i>	Rama*edad	4	2	3.6101695	2.1274	0.1655
	<i>Symplocos sp.</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Ternstroemia lineata</i>	Rama*edad	6	4	2.1383323	0.5734	0.6834
Bosque de Pino-Encino	<i>Crataegus mexicana</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Flaucortia sp.</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Quercus laurina</i>	Rama*edad	3	3	2.750	11.000	0.4265
	<i>Quercus rugosa</i>	Rama*edad	6	2	7.696969	3.8485	0.2062
	<i>Styrax argenteus</i>	Rama*edad	4	2	0.803523	0.2056	08173
	<i>Ternstroemia lineata</i>	Rama*edad	4	1	0.7500000	.6490	0.4330
Bosque Mesófilo de Montaña	<i>Carpinus caroliniana</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Clethra mexicana</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
	<i>Quercus laurina</i>	Rama*edad	4	4	24.117647	1.52778	00.5048
	<i>Quercus rugosa</i>	Rama*edad	4	3	31.761981	03362	0.7994
	<i>Styrax argenteus</i>	Rama*edad	4	4	1.7710250	0.2944	0.8787

		<i>Symplocos sp.</i>	Rama*edad	-	-	-	-	-
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Rama*edad	4	4	.9771023	.3908	0.8131
Categorías de edad	Vegetación	Bosque de Pino-Encino	Edad	2	2	85.75	.7952	0.4646
		Bosque Mesófilo de Montaña	Edad	2	2	190.69596	0.461	0.6355
	Forófito	<i>Carpinus caroliniana</i>	Edad	2	2	29.65833	1.5599	.2499
		<i>Clethra mexicana</i>	Edad	2	2	3.358333	1.1465	.3502
		<i>Crataegus mexicana</i>	Edad	2	2	8.00666	0.5534	0.5934
		<i>Flaucortia sp.</i>	Edad	2	2	0.3333	1.0000	0.4648
		<i>Quercus rugosa</i>	Edad	2	2	154.1333	0.5552	.5808
		<i>Seco</i>	Edad	-	-	-	-	-
	Bosque de Encino-Pino	<i>Styrax argenteus</i>	Edad	2	2	630.533	1.6716	0.2289
		<i>Carpinus caroliniana</i>	Edad	2	2	6.27777	2.0608	01943
		<i>Clethra mexicana</i>	Edad	-	-	-	-	-
	Bosque de Pino Encino	<i>Crataegus mexicana</i>	Edad	-	-	-	-	-
			Edad	-	-	-	-	-
		<i>Clethra mexicana</i>	Edad	-	-	-	-	-
		<i>Flaucortia sp.</i>	Edad	-	-	-	-	-
		<i>Quercus laurina</i>	Edad	2	2	0.9175824	0.3059	0.8208
	Bosque Mesófilo de Montaña	<i>Quercus rugosa</i>	Edad	2	2	36.76776	0.521	0.5998
		<i>Carpinus caroliniana</i>	Edad	4	4	8.6759468	0.6202	0.6498
		<i>Clethra mexicana</i>	Categoría	1	1	10.8	0.6	0.495
		<i>Crataegus mexicana</i>	Categoría	2	2	9.3922075	1.9575	0.1473
<i>Flaucortia sp.</i>		Vegetación	1	1	200	6.25	0.2422	
<i>Quercus laurina</i>		Vegetación	1	1	0.29090909	0.1839	0.6859	
<i>Seco</i>		Vegetación	2	2	4.7444444	0.5951	0.5742	

		<i>Symplocos sp.</i>	Vegetación	2	2	1.060072	0.0175	0.9827
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Vegetación	2	2	0.440256	0.0813	0.922
		<i>Symplocos sp.</i>	Vegetación	1	1	6.75	0.375	0.5836
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Vegetación	2	2	4.7694782	0.9941	0.3742
		<i>Quercus rugosa</i>	Categoría	2	2	44.714603	0.7063	0.5004
	Compartidas	<i>Styrax argenteus</i>	Categoría	2	2	12.801167	2.251	0.1127
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Categoría	2	2	9.471834	1.947	0.1491
		<i>Quercus rugosa</i>	Vegetación	2	2	8.888655	0.1404	0.8695
		<i>Styrax argenteus</i>	Vegetación	2	2	0.090316	0.0159	0.9842
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Vegetación	2	2	2.793956	0.5743	0.5653
		<i>Quercus rugosa</i>	Vegetación*Categoría	4	4	73.363325	0.5794	0.6795
		<i>Styrax argenteus</i>	Vegetación*Categoría	4	4	0.980984	0.0862	0.9864
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Vegetación*Categoría	4	4	6.7927345	0.6982	0.5954
		<i>Clethra mexicana</i>	Orientación	4	4	3.2142857	0.2744	0.7422
	Forófito	<i>Quercus laurina</i>	Orientación	3	3	5.757143	0.4538	0.7228
Orientación		<i>Quercus rugosa</i>	Orientación	7	7	77.597583	0.5225	0.8115
		<i>Styrax argenteus</i>	Orientación	7	7	15.341262	0.7781	0.6074
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Orientación	7	7	5.4949119	0.524	0.8143
		<i>Clethra mexicana</i>	Tipo de vegetación	1	1	0.3809524	0.1301	
		<i>Quercus laurina</i>	Tipo de vegetación	2	2	14.6	1.7264	0.2458
		<i>Quercus rugosa</i>	Tipo de vegetación	2	2	14.496609	0.3417	0.7129
		<i>Styrax argenteus</i>	Tipo de vegetación	2	2	0.701278	0.1245	0.8831
		<i>Ternstroemia lineata</i>	Tipo de vegetación	2	2	1.9350006	0.6458	0.5267

Anexo 6. Guía para identificar los forófitos de cada tipo de vegetación de la figura 13.

▲ Bosque de Encino-Pino	▲ <i>Carpinus caroliniana</i>
	▲ <i>Clethra mexicana</i>
	▲ <i>Quercus laurina</i>
	▲ <i>Quercus rugosa</i>
	▲ <i>Styrax argenteus</i>
	▲ <i>Symplocos sp.</i>
	▲ <i>Ternstroemia lineata</i>
*Bosque de Pino-Encino	* <i>Crataegus mexicana</i>
	* <i>Flaucortia sp.</i>
	* <i>Quercus laurina</i>
	* <i>Styrax argenteus</i>
	* <i>Ternstroemia lineata</i>
■ Bosque Mesófilo de Montaña	■ <i>Carpinus caroliniana</i>
	■ <i>Clethra mexicana</i>
	■ <i>Quercus laurina</i>
	■ <i>Quercus rugosa</i>
	■ <i>Seco</i>
	■ <i>Styrax argenteus</i>
	■ <i>Symplocos sp.</i>
	■ <i>Ternstroemia lineata</i>

12.- LITERATURA CITADA

- ✓ Ackerman, J., E. Meléndez-Ackerman y Salguero-Faria, J. 1997. Variation in pollinator abundance and selection on fragrance phenotypes in an epiphytic orchid. *American Journal of Botany*, 84(10): 1383-1390. <https://doi.org/10.2307/2446136>
- ✓ Álvarez-Arnesi E., Barberis I. M., y J. Vesprini L. 2018. Distribución de epífitas vasculares sobre cuatro especies arbóreas en un bosque xerofítico del Chaco Húmedo, Argentina. *Ecol. Austral*, 28(3): 543-552.
- ✓ Álvarez-Arnesi, E. 2017. Caracterización de la comunidad de epífitas vasculares en forófitos arbóreos de un quebrachal de la Cuña Boscosa Santafesina. Tesina de licenciatura. Universidad Nacional del Rosario. Santa Fe Argentina. 62 pp.
- ✓ Ávila-Díaz, I. 2007. Biología de poblaciones de *Laelia speciosa* (HBK) Schltr (ORCHIDACEAE) para su manejo y conservación. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de México. Morelia Michoacán. 162 pp.
- ✓ Balam-Narváez, R., y W. Cetzal-Ix. 2012. Una revisión del complejo *Lophiaris cavendishiana* (Orchidaceae: Oncidiinae). *Caldasia*, 34(1): 87-107.
- ✓ Bello, G. M. A. y X. Madrigal, S. 1996. Estudio florístico del Campo Experimental "Barranca del Cupatitzio", Uruapan, Michoacán. Folleto Científico Núm. 2, Campo Experimental Uruapan, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- ✓ Borba, E. L. y P. I. Braga, S. 2003. Biología reproductiva de *Pseudolaelia corcovadensis* (Orchidaceae): melitofilia e autocompatibilidade em uma Laeliinae basal. *Brasil Botany*, 26(4): 541-549. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042003000400013>
- ✓ Bravo-Monasterio, P., San Martín, J. y G. Baeza-H. 2012. Distribución, abundancia y fenología de orquídeas en un bosque caducifolio endémico de Chile central. *Polibotánica*, (33): 117-129.
- ✓ Callaway, R., M. Reinhart, K. O., Moore, G. W., Moore, D. J., y Pennings, S. C. 2002. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia*, 132(2), 221-230. <https://doi.org/10.1007/s00442-002-0943-3>
- ✓ Camacho-Domínguez E. y Ávila-Díaz I. 2011. Mating system and female reproductive success of the endemic, epiphytic *Prosthechea* aff. *karwinskii* (Orchidaceae). *Lankesteriana International Journal on Orchidology*, 11(3):366. <https://doi.org/10.15517/lank.v11i3.18300>
- ✓ Carranza-González, E. 1993. Una nueva variedad de *Styrax argenteus* (Styracaceae) del NE de Querétaro (México). *Acta botanica mexicana*, 23: 35-40. <https://doi.org/10.21829/abm23.1993.670>
- ✓ Carvente-Acteopan, S., Pérez-Olvera, M. A., Flores-Cruz, M., Navarro-Garza, H., y Flores-Hernández, N. 2017. Diversidad y abundancia de bromelias epífitas en "El Punto" Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(18): 3661-3671. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i18.211>
- ✓ Cedillo-Rodríguez, L. L. Gómez Alonso, C., y Ávila Díaz, I. 2013. Patrones de distribución vertical y horizontal de la epífita endémica *Prosthechea* aff. *karwinskii* (Orchidaceae) en Michoacán, México. *Lankesteriana*. Universidad de Costa Rica. <https://doi.org/10.15517/lank.v0i0.11570>

- ✓ Cervantes-Uribe, J. 2018. Efecto de la perturbación antrópica en la ecología de *Rhynchostele cervantesii* (Orchidaceae) en un Bosque Mesófilo de Montaña Tingambato, Michoacán, México. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. 79 pp.
- ✓ Cetzal-Ix W., R. 2007. Filogenia, Sistemática, Evolución y Biogeografía del complejo *Trichocentrum* Poepp. & Endlich. (Orchidaceae). Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 161 pp.
- ✓ Chase, M. W., Cameron, K. M., Barrett, R. L., y J. Freudenstein, V. 2003. DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenetic classification. In: Dixon KM, Kell SP, Barrett RL, Cribb PJ eds. *Orchid conservation*. Kota Kinabalu: Natural History Publications, 69–89.
- ✓ CONAGUA (Comisión nacional del agua). 2020. Servicio Meteorológico Nacional. Estación Salvador Escalante. http://smn1.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=190:michoacan&catid=14:normales-por-estacion. (Accesada en diciembre de 2020).
- ✓ Correa, S., G. 2012. Listado de las Orquídeas Epífitas del Área de Ichaqueo y San Miguel del Monte, Michoacán y una Aproximación de Caracterización Ecológica en Bosque Mesófilo de Montaña. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán México. 80 pp.
- ✓ Damon, A. 2003. Las epífitas. Ecosistemas y comunidades: procesos naturales y sociales de los bosques. *Ecofronteras*. 18:17-20.
- ✓ De La Rosa-Manzano, E. 2014. Distribución vertical y fisiología de orquídeas epífitas en dos selvas secas de la península de Yucatán. Tesis de doctorado. Centro de investigaciones científicas de Yucatán, A. C. Posgrado en ciencias biológicas. 103 pp.
- ✓ Díaz-Bedolla, C. 2020. Manejo sustentable de *Prosthechea karwinskii* (Mart.) J. M. H. Shaw a través de su caracterización ecológica, la identificación de las fragancias florales y su propagación *in vitro*. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. 105 pp.
- ✓ Domínguez-Gil, I. 2015. Listado y caracterización ecológica de las orquídeas epífitas del Predio del Tenderio, de la Comunidad Indígena de Santiago Tingambato, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Morelia. 53 pp.
- ✓ Dressler, R.L. 2005. How many orchid species?. *Selbyana*, 26: 155-158.
- ✓ Duval, V. S., Benedetti, G. M. y Campo, A. M. 2015. Relación clima-vegetación: adaptaciones de la comunidad del jarillal al clima semiárido, Parque Nacional Lihué Calel, provincia de La Pampa, Argentina. *Investigaciones Geográficas* 88:33-44. <https://doi.org/10.14350/rig.48033>
- ✓ Emeterio-Lara, A., García-Franco, J. G., Hernández-Apolinar, M., Toledo-Hernández, V. H., Valencia-Díaz, S., y Flores-Palacios, A. 2021. Does extraction of orchids affect their population structure? Evidence from populations of *Laelia autumnalis* (Orchidaceae). *Forest ecology and management*, 480: 118667-118667. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118667>
- ✓ Emeterio-Lara, A., Palma-Linares, V., Vázquez-García, L. M., y Mejía-Carranza, J. 2016. Usos y comercialización de orquídeas silvestres en la región sur del Estado de México. *Polibotánica*, (42), 197-214. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.42.10>
- ✓ Encina-Domínguez, J. A., Zárate-Lupercio, A., Valdés-Reyna, J., y Villarreal-Quintanilla, J. A. 2007. Caracterización Ecológica y Diversidad de los Bosques de Encino de la Sierra de Zapaliname, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (81):51. Fecha de consulta 15 de 14 de octubre de 2019. <https://doi.org/10.17129/botsci.1765>

- ✓ Fernández G. y Johnston M., 2006. Crecimiento y Temperatura. En Fisiología Vegetal Squeo F.A. y Cardemil L., eds. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.
- ✓ Fernández, R., Moreno-Chacón, M., Canessa, R., Mardones, D., Viveros, N., y Saldaña, A. 2016. Relación entre la amplitud ecológica de epífitas vasculares y sus respuestas ecofisiológicas a la disponibilidad de luz y humedad en el bosque esclerófilo mediterráneo costero de Chile. *Gayana. Botanica*, 73(1):68–76. <https://doi.org/10.4067/s0717-66432016000100009>
- ✓ Fernández-Zeballos, J. M. 2018. Identificación de árboles hospederos de *Cattleya maxima* en la cuenca del río Mangas, provincia de Ayabaca, departamento de Piura. Tesis de licenciatura. Universidad Agraria la Molina. Lima, Perú. 97 pp.
- ✓ Flores-Palacios, A., y García-Franco, J. G. 2003. Effects of floral display and plant abundance on fruit production of *Rhynchoaelia glauca* (Orchidaceae). *Revista de Biología Tropical* 51(1):71-78.
- ✓ Francisco-Nava, J. 2008. Propagación in vitro y establecimiento en invernadero de las orquídeas *Trichocentrum carthagenense* (Jacq.) Sw. y *Laelia eyermaniana* Rchb. f., para su conservación y potencial aprovechamiento sustentable. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. México.
- ✓ García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Talleres Larios, S. A. 4ª. Edición. México. 220 pp.
- ✓ García-Balcázar. N. H. 2012. Preferencia de hospederos y distribución vertical de epífitas vasculares en un fragmento de Bosque Mesófilo de Montaña de la Reserva de la Biósfera “El Cielo”, Tamaulipas, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tamaulipas, México. 68 pp.
- ✓ García-Franco, J. G. (2018). La fragmentación del bosque de niebla y su efecto en la comunidad de orquídeas (Orchidaceae). *Agro Productividad*, 11(6).
- ✓ García-González A. y Damon, A. 2013. Abundancia, distribución en los forófitos y producción de frutos de la primera población de *Telipogon helleri* (Orchidaceae) descubierta en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84 (3):894-900. <https://doi.org/10.7550/rmb.33703>
- ✓ García-González, A. y Riverón-Giró, F. 2014. Organización espacial y estructura de una población de *Ionopsis utricularioides* (Orchidaceae) en un área suburbana de Pinar del Rio, Cuba. *Lankesteriana-International. Journal on Orchidology*.13(3), 419-427. <https://doi.org/10.15517/lank.v13i3.14432>
- ✓ García-González, A., F. Riverón-Giró, I. González-Ramírez, D. Escalona y M. Hernández R. 2016. Ecología y Estructura Poblacional del Endemismo Cubano *Tetramicra malpighiarum* (Orchidaceae), En el Parque Nacional Desembarco del Granma, Cuba. *Lankesteriana International Journal on Orchidology*.16(1).
- ✓ González, M. V., y Ceballos, S. J. 2021. Las epífitas vasculares en un ambiente urbano están influidas por características del arbolado, el clima y las fuentes de propágulos. *Ecología Austral*, 31(2), 357–371. <https://doi.org/10.25260/ea.21.31.2.0.1354>
- ✓ González-Díaz, S., R. Cuevas-Guzmán, L.E. Rivera-Cervantes, J.A. Solís-Magallanes y F.J. Santana-Michel. 2011. *Oncidium cavendishianum* (Bateman), Nuevo reporte para la estación científica las Joyas. Guadalajara, Jalisco, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(1): 145-150.

- ✓ Granados-Sánchez, D., G.F. López-Ríos, M.A. Hernández-García y A. Sánchez-González. 2003. Ecología de las plantas epífitas. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 9(2), 101-111.
- ✓ Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., Hernández-García, M. A., y Sánchez-González, A. 2003. Ecología de las plantas epífitas. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 9(2):101-111.
- ✓ Hágsater, E., M. A. Soto-Arenas, G. A. Salazar, M. R. Jiménez, M. A. López y R. L. Dressler. 2005. Las orquídeas de México. Instituto Chinoín, A.C. México, D.F., México. 302 pp.
- ✓ Henao-Díaz L. F., Pacheco-Fernández N. M., Argüello-Bernal S., Moreno-Arocha M. M., y P. Stevenson R. 2012. Patrones de diversidad de epífitas en bosques de tierras bajas y subandinos. Colomb,15(2): 161-172.
- ✓ Hernández-Carmona, S., G. Carmona-Díaz, P. C. Quintana-Morales, J. Morales, E., Retureta-Aponte, A., y Rico-Gray, V. 2017. Visitantes florales y potencial polinizador de *Trichocentrum stramineum* orquídea amenazada y endémica de Veracruz. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan, 5(2):119–125.
- ✓ Hernández-Rosas, J. I. 2000. Patrones de distribución de las epífitas vasculares y arquitectura de los forófitos de un bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Estado de Amazonas, Venezuela. Acta Biológica Venezuelica, (20):43-60.
- ✓ Herrera-Villanueva, P., I. Ávila-Díaz, L. López-Toledo, L. Cabrera-Martínez y C. L. Villanueva. 2019. Ecological Characterization of *Oncidium Reichenheimii* with regard to its conservation.
- ✓ INAFED (Instituto Nacional Para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2010. Enciclopedia de los municipios de México: Tingambato, Michoacán. <http://www.inafed.gob.mx> (Accesada en diciembre de 2020).
- ✓ INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática). 2010. Compendio de información geográfica municipal. Tingambato Michoacán de Ocampo. Clave geoestadística.16090.
- ✓ INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática). 2009. Prontuario de Información Geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tingambato, Michoacán de Ocampo. Clave geoestadística 16090.
- ✓ Jiménez L. B. 2014. Impacto del aprovechamiento forestal sobre las epífitas en un bosque de pino-encino en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Tesis de Maestría. Colegio de la Frontera del Sur (ECOSUR). San Cristóbal de las Casas. Chiapas. México. 138 pp.
- ✓ Jiménez, M., L. Sánchez, y J. García-Cruz. 1998. Familia Orchidaceae, tribu Maxillarieae. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fascículo 67. Instituto de Ecología. Michoacán, México.
- ✓ Jiménez-López, D. A., Roblero-Velasco, R. de J., Martínez-Meléndez, N., Ocampo, G., & Gallardo-Cruz, J. A. 2017. Relación entre variables del forófito y la riqueza de epífitas vasculares en los Pantanos de Centla, Tabasco, México. Acta Botánica Mexicana, 121, 125–137. <https://doi.org/10.21829/abm121.2017.1179>
- ✓ Johansson, D. R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African Rain Forest. Acta Phytogeographica Suecica, 59: 1-136
- ✓ Larcher W., 1977. Ecofisiología vegetal. En Fisiología Vegetal Omega, Barcelona, España.

- ✓ Maciel Mata, C. A., Manríquez Morán, N., Octavio Aguilar, P., y Sánchez Rojas, G. 2015. Geographical distribution of the species: a concept review. *Acta Universitaria*, 25(2):3–19. <https://doi.org/10.15174/au.2015.690>
- ✓ Magaña, D. M. 2017. Respuesta a la solicitud correspondiente al área Natural protegida conocida como el cerro de Comburinda del Municipio de Tingambato con el número de folio 04365. SEMARNACC (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático. 2 pp.
- ✓ Magaña-Lemus, R. E., 2018. Sistema de apareamiento, éxito reproductivo y propagación in vitro de *Rhynchostele cervantesii* (Orchidaceae): una estrategia para su conservación. Tesis de maestría. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán. 73 pp.
- ✓ Maldonado, C. 2005. Patrón de distribución espacial y dinámica poblacional de *Oncidium crista galli*, una especie de orquídea epífita de Chiapas. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca. 48 pp.
- ✓ Martín-Amaya, A. E. 2020. Caracterización de especies: familias Orchidaceae y Bromeliaceae presentes en las zonas verdes de la upct sede tunja para implementar una colección viva en el jardín botánico Boyacá. Tesis de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental. Tunja. 259 pp.
- ✓ Martínez-Becerril, G.A., E. Solano-Camacho, E. Hernández-Pérez y R. Ramírez-Ríos. 2012. Distribución de orquídeas epífitas en forófitos del Bosque Mesófilo de Montaña del sur de México. Memoria del segundo encuentro Mexicano Orquideología. Acapulco, Guerrero, México. 41 pp.
- ✓ Martínez-Meléndez, N., A. Pérez-Farrera, M., y Flores-Palacios, A. 2007. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 2069-2086. <https://doi.org/10.15517/rbt.v56i4.5780>
- ✓ Mejía., R. H. y Pino B. N. 2010. Diversidad de Orquídeas epífitas en un Bosque Húmedo Tropical (BH-T) del Departamento del Choco Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 15(2), 37-45.
- ✓ Mercado, S. A., y Cancino, G. O. 2012. Evaluación del efecto de dos suplementos orgánicos en la germinación *in vitro* de orquídeas nativas de la provincia de Pamplona, Colombia. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 14(1): 53-59.
- ✓ Morales. R. B. 2019. Pre-aclimatación de plántulas de *Laelia anceps* subsp. *anceps* y caracterización de su establecimiento en campo en Chavarrillo, Mpio. de Emiliano Zapata, Ver. Universidad Veracruzana centro de investigaciones tropicales. Xalapa, Veracruz, México. 85pp.
- ✓ Morales-Hernández, J. L., González-Razo F. J., y Pérez-Chávez, M. A. 2016. Caracterización de las orquídeas epífitas y sus forófitos en el Parque Ecológico Universitario “José Mariano Mociño” de la Universidad Autónoma del Estado de México. *Polibotánica*. 0(42): 103-119 pp. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.42.5>
- ✓ Murren, C. J. 2002. Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. *The Journal of Ecology*. 90(1): 100-107. <https://doi.org/10.1046/j.0022-0477.2001.00638.x>

- ✓ Pansarin, E. R. y Pansarin, L. M. 2011. Reproductive biology of *Trichocentrum pumilum*: an orchid pollinated by oil-collecting bees: Reproductive biology of *Trichocentrum pumilum*. *Plant Biology*. 13 (4): 576-581. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2010.00420.x>
- ✓ Parra-Tabla, V., C. F. Vargas, Magaña-Rueda S., y J. Navarro. 2000. Female and male pollination success of *Oncidium ascendens* Lindey (Orchidaceae) in two contrasting hábitat patches. *Biological Conservation*, 94(3):335-340. [https://doi.org/10.1016/s0006-3207\(99\)00187-1](https://doi.org/10.1016/s0006-3207(99)00187-1)
- ✓ Pedraza-Santos, M.E. 2017. La propagación masiva de orquídeas (Orchidaceae); una alternativa de conservación de especies silvestres. *Agroproductividad*. (6): 31-36.
- ✓ Peña-Flores, A. L. y R. Solano-Gómez. 2013. ¿La arquitectura de los forófitos determina la abundancia de epífitas vasculares? Memoria del segundo encuentro mexicano Orquideología. Acapulco, Guerrero, México. 46 pp.
- ✓ Pérez-Decelis V. A. 2013. SISTEMA DE APAREAMIENTO, CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y PROPAGACIÓN IN VITRO DE *Cuitlauzina pendula* La Llave & Lex (ORCHIDACEAE). Tesis de maestría. Universidad Michoacana san Nicolás de Hidalgo. Morelia. 107 pp.
- ✓ Ramírez, M. A. 2006. "Selección de hábitat por la epífita *Tillandsia carlos-hankii* Matuda (Bromeliaceae) en un contexto metapoblacional". Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. 48pp.
- ✓ Rech A. R., y B. C. Jardim-Rosa y F.C.L. Manente-Balestieri. 2010. Aspects of the reproductive biology of *Brassavola cebolleta* Rchb.f. (Orchidaceae). *Acta Scientiarum Biological Sciences Maringá*, 4(32): 335-341.
- ✓ Romero, J., Espejo, A., Ferrari, A., García-Cruz, J., Mendoza-Ruiz, A., y Pérez-García, B. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias*. 1(91): 34-41.
- ✓ Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- ✓ Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México *Acta Botánica Mexicana* [en línea] (julio). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57403504>. Último acceso: 30/12/20.
- ✓ Salazar, G. A. 2009. Orquídeas. In: Lot, A., Z. Cano-Santana, (eds.). Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 153-169
- ✓ Soo, O. G., C. M. Yoon, C. S. Gi, y C. M. Gi. 2001. Contrasting breeding systems. *Liparis kumokiri* and *L. makinoana* (Orchidaceae). *Annals of Botany Fennici*, 38: 281-284.
- ✓ Soto-Arenas, M. A., E. Hágsater, M. R. Jiménez, G. A. Salazar, G. R. Solano, G. R. Flores y R. I. Contreras. 2007. Las orquídeas de México. Catálogo digital. Herbario AMO, Instituto Chinoin, A.C. México, D.F., México.
- ✓ Téllez-Mazzocco, D., y L. Cassanova. 2014. El cultivo de los tejidos vegetales: Herramientas para la conservación de orquídeas amenazadas. *CONABIO. Biodiversitas*. (117):13-16.
- ✓ Téllez-Velasco, M. A., y O. Tejeda-Sartorius. 2003. "La importancia de los aromas en la polinización de las orquídeas." *Agro Productividad*, 6(3).

- ✓ Villanueva, G., M.1993. Autoecología de *Podocarpus reichei* en el cerro de Comburinda de los municipios de Pátzcuaro, Salvador Escalante y Tingambato, Michoacán. Tesis escuela de biología UMSNH. Morelia. 75 pp.
- ✓ Villaseñor, J.L. 2016. Checklist of the native vascular plants of México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 87(3): 559-902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>