



El Colegio de la Frontera Sur

**Reproducción de *Oncidium poikilostalix*
(Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams
(Orchidaceae), en cafetales en el Soconusco,
Chiapas, México.**

TESIS

**Presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural**

por

Alfredo García González

2010

*A mi familia, especialmente a mis padres, por todos estos años de cariño,
dedicación y paciencia. Los quiero mucho.*

Agradecimientos

Primeramente a la Dra. Anne Ashby Damon Beale, por su ayuda y apoyo incondicional en todo momento y por haber confiado en mi para llevar a cabo este proyecto. Igualmente a mis asesores, Dra. Ligia Guadalupe Esparza Olguin y Ms.E. Javier Valle Mora, quienes con sus ideas y opiniones hicieron posible la culminación de este trabajo.

A mi familia, que siempre me apoyó, supo servirme de refugio cuando lo necesité y a quienes les debo en gran medida todo lo que soy y e logrado.

Al Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Tapachula, por haberme abierto sus puertas y haberme dado una gran oportunidad.

Al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme dado el apoyo financiero que necesitaba para llevar a buen termino esta investigación.

A Marcela mi novia (Te Amo), a sus papas (Doña Juanita y Don Miguel), a sus hermanas (Beatriz, Maria Elisa y Mariana) y a su tía (Doña Elisa), por el cariño y apoyo que me brindaron en todo momento y por haberme acogido en el seno de su familia, haciéndome sentir como en casa.

A Javier y su familia (Doña Mari, Don Javier, Willi y Leisver), por todo el afecto y las atenciones de estos años.

A todos aquellos amigos en Cuba o México, que de una forma u otra estuvieron presentes y me ayudaron a alcanzar mi meta.

A la Ms.C. María Guadalupe Nieto López por ayudarme y permitirme incursionar en su pequeño mundo de la microscopia electrónica.

A Nelson por su apoyo y colaboración en el trabajo de campo.

Al Dr. Víctor Olalde Portugal, Dr. Francisco Alejo Iturbide y a todos los demás compañeros y amigos del laboratorio de Bioquímica Ecológica del CINVESTAV, Unidad Irapuato, por todo su tiempo y colaboración.

Al Dr. Leopoldo Caridad Cruz López y al Dr. Jaime Gomez Ruiz, por sus valiosas recomendaciones como sinodales de esta investigación.

Sugerencia para citar este documento

García-González, A. 2010. Reproducción de *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams (Orchidaceae), en cafetales en el Soconusco, Chiapas, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), México.

ÍNDICE

	<i>Pág.</i>
RESUMEN	9
I. INTRODUCCIÓN	11
II. OBJETIVOS	12
2.1. Objetivo general	12
2.2. Objetivos específicos	12
III. MARCO TEÓRICO	13
3.1. Las orquídeas en el mundo y en México	13
3.1.1. La familia Orchidaceae	13
3.1.2. La orquideoflora mexicana	14
3.2. Reproducción de las orquídeas epífitas	17
3.2.1. Polinización	17
3.2.2. Los hongos micorrícicos y las orquídeas	19
3.3. Características generales de la región del Soconusco	21
3.3.1. Ubicación geográfica y caracterización	21
3.3.2. Geología y suelos	23
3.3.3. Clima y vegetación	23
3.3.4. Actividades económicas, demografía y usos del suelo	25

3.4. El cafetal. Oportunidades para la conservación y el desarrollo económico -----	26
3.4.1. El café y su situación en México -----	26
3.4.2. El cafetal y las orquídeas -----	27
3.4.3. El cafeto como forofito -----	30
3.4.4. Los árboles de sombra en el cafetal -----	30
3.4.5. Cambios actuales en la cafecultura mexicana, implicaciones y posibles soluciones -----	32
3.5. Género y especie de orquídea objeto de estudio -----	33
3.5.1. Género <i>Oncidium</i> y subtribu Oncidiinae -----	33
3.5.2. <i>Oncidium poikilostalix</i> (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams -----	34
IV. MATERIALES Y MÉTODOS -----	37
4.1. Sitios de estudio -----	37
4.1.1. Caracterización -----	37
4.2. Metodologías aplicadas y datos obtenidos -----	37
4.2.1. Parcelas experimentales -----	37
4.2.2. Determinación de altura y DBH de los cafetos y árboles de sombra -----	38
4.2.3. Micrositios de los cafetos y de los árboles de sombra (Zonación vertical) -----	39
4.2.4. Estadíos de vida -----	42
4.2.5. Tasa de polinización -----	43
4.2.6. Lluvia de semillas -----	43
4.2.7. Caracterización morfológica de las semillas -----	43
4.2.8. Tinción de raíces para ver presencia de hongos micorrícicos -----	44

4.2.9. Aislamiento de hongos -----	45
4.2.10. Preparación de montajes en portaobjetos -----	45
4.2.11. Preparación de microcultivos fúngicos -----	46
4.3. Programas y análisis estadísticos empleados -----	46
4.4. Instrumentos y materiales empleados -----	47
4.4.1. Para el trabajo en el campo -----	47
4.4.2. Para el trabajo en el laboratorio -----	48
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	49
5.1. Aspectos generales de los dos cafetales estudiados -----	49
5.1.1. Ejido Fracción Montecristo (FM) -----	49
5.1.2. Ejido Benito Juárez El Plan (BJ) -----	51
5.2. Resultados por parcelas y sitio -----	52
5.2.1. Densidad de cafetos y árboles de sombra -----	52
5.2.2. Forofitos -----	55
5.2.3. Altura y DBH de cafetos y árboles de sombra -----	59
5.2.4. Disponibilidad de los diferentes microsítios de los cafetos y de los árboles de sombra -----	62
5.2.5. Número de orquídeas por parcelas y estadio de vida -----	64
5.2.6. Número de orquídeas por Microsítios -----	66
5.2.7. Significancia estadística de las diferencias entre parcelas y tipo de planta (cafeto o árboles de sombra) en FM y BJ -----	75
5.2.8. Número de orquídeas y su relación con factores físicos y ambientales -----	87
5.2.9. Número de orquídeas por estadios de vida -----	90
5.2.10. Relación y asociación entre diferentes variables cualitativas -----	96

5.2.11. Floración -----	99
5.2.12. Polinización y fructificación-----	112
5.2.13. Frutos dañados -----	117
5.2.14. Lluvia de semillas -----	121
5.2.15. Caracterización de la semilla -----	123
5.2.16. Hongos micorrícicos asociados a la germinación -----	124
VI. CONCLUSIONES -----	129
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	131

RESUMEN

Se estudió la reproducción y estructura poblacional de *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams (Orchidaceae), durante los años 2008 y 2009. Esta orquídea es nuevo reporte para México en 2008, encontrándose en el Soconusco, Chiapas, creciendo asociada a cafetales de sombra en áreas de los Ejidos Fracción Montecristo (FM) y Benito Juárez El Plan (BJ), municipio de Cacahoatán.

Se trazaron tres parcelas de 625 m² (25 x 25 m) en cada uno de los dos cafetales donde se encontró *O. poikilostalix*. Empleando estas parcelas, fueron caracterizados los cafetales, en cuanto a densidad de cafetos y árboles de sombra, especies de árboles, altura y DBH, además del número y composición de los forofitos ocupados. Los forofitos cafetos y árboles de sombra, fueron zonificados y las orquídeas se dividieron en plántulas (P), juveniles (J) y adultas (A). Se contabilizaron las flores y frutos producidos en ambos años y utilizando tres cápsulas, se obtuvo un promedio de producción de semillas para determinar la lluvia de semillas promedio en los dos años. Tomando muestras de raíces de plántulas y juveniles de *O. poikilostalix* se determinaron los hongos asociados con esta orquídea, en estas áreas, por micrositio.

En FM se contabilizaron 1123 ejemplares (82.63%) de *O. poikilostalix* y en BJ, 236 (17.37%). De ellos, adheridos a cafetos se hallaron 1060 ejemplares (94.4%) en FM y 214 (91.06%) en BJ, el resto crecía encima de árboles de sombra. A pesar de tener características propias de una orquídea de ramilla, el micrositio con mayor presencia de *O. poikilostalix* en los forofitos cafeto fue las ramas con 703 individuos (55.18%) y en los forofitos árboles, el tronco con 78 individuos (91.76%). En ambos sitios, en el caso de los cafetos, hubo un incremento en el porcentaje reproductor de las poblaciones de 2008 a 2009. El número de flores también aumentó en ambos sitios y forofitos. En FM hubo en 2008, 7047 flores en cafetos y 580 en árboles, para 2009 fueron 10078 y 1563 respectivamente. En BJ hubo 970 y 283 en 2008 y 1431 en cafetos para 2009. En 2008, el porcentaje de polinización para ambas poblaciones en conjunto fue del 1.85%, y en 2009 aumentó a 3.37%. En 2008, fueron producidas 3 387 472 semillas de *O. poikilostalix* en las 0.375 ha que abarcan las seis parcelas, en 2009, fueron 10 001 096. Lograron identificarse, hasta nivel genero, 13 taxones de hongos asociados a *O.*

poikilotalix. Los géneros presentes fueron: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Epicocum*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus* y *Trichoderma*. Probablemente *Rhizoctonia* sp. sea micorrícico en *O. poikilotalix*. Esta orquídea, a pesar de ser una especie de reciente entrada a México y de tener solo dos poblaciones reportadas hasta el momento, es una especie ampliamente adaptable, pudiéndosele considerar una orquídea maleza.

Palabras Claves

Micrositios, estadíos de vida, polinización, lluvia de semillas, micorriza.

I. INTRODUCCIÓN

La familia Orchidaceae representa alrededor del 10% de todas las plantas superiores del mundo, agrupándose dentro de 650 a 900 géneros, con unas 30 000 especies aproximadamente en el mundo (Dressler, 1993; González, s/a). El 90% de estas especies se encuentran en los trópicos, pueden ser plantas litófitas (crecen sobre las rocas), terrestres o epífitas (crecen encima de árboles o arbustos, aunque no son parásitas), estas últimas representan aproximadamente el 70% de esta familia (Dressler, 1993; González, s/a).

Actualmente para México hay reportadas aproximadamente 1150 especies de orquídeas, distribuidas en 146 géneros (Hágsater et al., 2005; Espejo y López-Ferrari, 2001, 1998, 1998a).

Al menos 213 (18.52%) de estas especies están presentes en las zonas cafetaleras del país, cifra importante si se considera que la lista presentada no es exhaustiva, por lo que un estudio más detallado revelaría la presencia de varios taxa no incluidos en este inventario (Espejo et al., 2004).

En 2008 fue reportada *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams como nueva especie para México, con pequeñas poblaciones creciendo asociadas a plantaciones de café en dos localidades del Soconusco, Chiapas (Fracción Montecristo y Benito Juárez El Plan, ambas en el municipio de Cacahoatan) (Damon y Solano-Gómez, 2008).

Este trabajo de investigación está dirigido a conocer el comportamiento reproductivo y la estructura poblacional de *O. poikilostalix*, en estas dos plantaciones de café de sombra en el Soconusco, Chiapas.

Es de gran interés abordar esta temática, debido a que por ser una especie con poblaciones insipientes, muy localizadas y probablemente con dificultades de establecimiento, debería ser incluida bajo alguna categoría de amenaza, para su ulterior protección.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Conocer la estructura poblacional, el comportamiento reproductivo y el grado de amenaza de *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams (Orchidaceae), en dos plantaciones de café de sombra (Fracción Montecristo (FM) y Benito Juárez El Plan (BJ)), en el Soconusco, Chiapas, México.

2.2. Objetivos específicos

Para *O. poikilostalix* en los dos sitios de estudio (FM y BJ):

- Determinar la preferencia de forofíto.
- Conocer el número total y por micrositio, de los diferentes estadios (plántulas, juveniles, adultas) y deducir el micrositio preferido.
- Determinar la tasa de floración y fructificación.
- Conocer el/los polinizadores.
- Conocer la cantidad promedio de semillas producida por cápsula y por unidad de área/año (lluvia de semillas).
- Conocer la cantidad promedio de semillas que se pierde por concepto de frutos dañados.
- Realizar una caracterización de las semillas.
- Determinar los posibles hongos micorrízicos que intervienen en la germinación de las semillas.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Las orquídeas en el mundo y en México

3.1.1. La familia Orchidaceae

La enorme diversidad característica de esta familia de plantas es resultado de la evolución que ha sufrido desde hace unos 100 o 110 millones de años cuando surgió en la Tierra (Chase et al., 2003). Siendo probablemente la familia más evolucionada del Reino Vegetal, por lo que constituye un componente muy importante de la biodiversidad, encontrándose en diferentes hábitat, desde las húmedas selvas tropicales hasta sitios semidesérticos, lo mismo a grandes altitudes que a nivel del mar (Pridgeon, 1997).

La diferencia más significativa entre las orquídeas y las flores de otras especies es su aparato reproductivo. En la mayoría de las especies de orquídeas, las flores son bisexuales o perfectas, ya que en cada una están presentes los órganos masculinos y femeninos de reproducción, fusionados en una columna central (Hágsater et al., 2005; Morrison, 1997; González, s/a). Son notables las excepciones en que las flores son unisexuales, como ejemplos pueden citarse los géneros *Catasetum* y *Cycnoches* (Hágsater et al., 2005; Morrison, 1997; González, s/a). Además exceptuando las orquídeas apostasioides y algunos representantes de Cyripedioideae y Vanilloidea, en las que los granos de polen son individuales (Hágsater et al., 2005; Dressler, 1986), en el resto de las especies el polen generalmente presenta algún grado de agregación y forma cuerpos denominados polinias, con diferente consistencia, según el grupo al que pertenezca la especie (Hágsater et al., 2005; Morrison, 1997; Dressler, 1986; González, s/a).

La reproducción de las orquídeas epífitas se caracteriza por ser muy lenta y escasa (Hágsater et al., 2005; Ávila y Oyama, 2002; Gálvez, 2000; Morrison, 1997). El proceso consta de varias etapas, de las cuales las más críticas son la polinización y la germinación simbiótica semilla-hongo. Ambos procesos representan cuellos de botella, especialmente en ambientes perturbados, en donde los polinizadores y los hongos micorrízicos pueden ser escasos (Damon y Valle-Mora, 2008; Damon, 2006a).

El tiempo de maduración de los frutos de orquídea, que transcurre desde la polinización hasta la liberación de las semillas, puede variar según la especie. En algunas es solo de 42 días (algunas especies de *Gongora*), en otras puede ser de más de un año (*Anguloa*) (SCO, 1991).

En los últimos años a crecido sustancialmente el número de orquídeas a nivel mundial que están consideradas como amenazadas o extintas, a consecuencia fundamentalmente de la destrucción o alteración de los hábitats y la extracción indiscriminada de plantas silvestres para el comercio (Hágsater et al., 2005; IUCN-SSC, 1996). Esta situación se agrava por las características ecológicas de la mayoría de las especies de orquídea, como sus bajas tasas de crecimiento, sus ciclos de vida relativamente largos y el escaso reclutamiento de nuevos individuos en condiciones naturales (Hágsater et al., 2005; Ávila y Oyama, 2002; Gálvez, 2000; Morrison, 1997).

En México en los dos últimos siglos se extinguieron en la naturaleza dos especies de orquídea, mientras que solo a partir de 1998 han desaparecido 22 especies más (Hágsater et al., 2005).

Las adaptaciones y características de vida de las orquídeas, les han permitido prosperar y diversificarse ampliamente, logrando aprovechar nichos y polinizadores muy específicos, que ahora están desapareciendo por diferentes causas. Actualmente varias especies de orquídeas están adoptando un estilo de vida más oportunista o plástico como el que caracteriza a las malezas (Damon, 2009).

En los últimos años muchas especies de orquídeas parecen haber alcanzado un nivel crítico de supervivencia, pues las estrategias de conservación que se pudieran aplicar son complicadas y no pueden llevarse a cabo sin estudios poblacionales y ecológicos que las sustenten (Mujica, 2007; Lowman y Wittman, 1996; Dressler, 1993). Sin embargo, la mayor parte de los estudios poblacionales sobre orquídeas han estado dirigidos a especies terrestres y pocos se han enfocado a especies de orquídeas epífitas o litófitas (Mujica, 2007).

3.1.2. La orquideoflora mexicana

La Orchidaceae es la tercera familia de plantas en el país en cuanto a riqueza de especies, solo superada por Asteraceae y Leguminosae (Hágsater et al., 2005).

Se estima que con la continuidad de las investigaciones, la cifra de especies reportadas en esta familia para México, se incrementa hasta llegar a alrededor de 1300-1400 especies (Hágsater et al., 2005). De las 1150 especies reportadas en el país, se registran como endémicas 444, aproximadamente el 40% (Soto-Arenas, 1996).

Esta alta diversidad de orquídeas es resultado de la privilegiada ubicación geográfica que tiene el país, a ambos lados del Trópico de Cáncer, y a su compleja historia geológica y climática, que ha permitido la colonización de especies desde Norteamérica y desde Sudamérica (Hágsater et al., 2005).

Las orquídeas, al igual que el resto de la flora mexicana, en dependencia de su origen se agrupan en tres diferentes afinidades o elementos geográficos: uno norteño, uno meridional y uno endémico (Rzedowski, 1978).

Específicamente la región Tacaná-Boquerón presenta una orquideoflora con géneros de diferentes afinidades fitogeográficas, pero tanto a nivel de género como de especie, predominan los de elementos sudamericanos y mesoamericanos (Cruz, 2009).

México posee más biomas que cualquier país del mundo, lo que se refleja en su heterogéneo y diverso mosaico de vegetación, con una mezcla de elementos templados y tropicales. Pueden encontrarse desiertos, selvas, vegetación costera y vegetación alpina, siendo muchas de estas comunidades vegetales, adecuadas para la existencia de orquídeas (Hágsater et al., 2005).

Por ejemplo, en las serranías del norte del país, se presentan pastizales, chaparrales, bosques secos de piñoneros-encinos-enebros, bosques de coníferas y encinares, que poseen una orquideoflora poco diversa, compuesta en su mayoría por especies terrestres (ej: *Malaxis abieticola* Salazar & Soto Arenas, *Malaxis elliptica* A.Rich. & Galeotti, *Goodyera brachyceras* (A.Rich. & Galeotti) Garay & G.A.Romero, *Goodyera striata* Rchb.f., *Tamayorkis ehrenbergii* (Rchb.f.) R.González & Szlach., etc.) y micoheterotróficas (ej: *Hexalectris nitida* L.O.Williams, *Hexalectris grandiflora* (A.Rich. & Galeotti) L.O.Williams, *Hexalectris resoluta* Correll, etc.), debido a las bajas temperaturas que se presentan durante la estación invernal y a la poca humedad en algunos de estos hábitats (Hágsater et al., 2005). En el caso de las zonas bajas de la parte sur de México, en donde la vegetación predominante es de bosques tropicales, las especies de orquídeas predominantes son en su mayoría epifitas (ej: *Prosthechea*

cochleata (L.) W.E.Higgins, *Cycnoches ventricosum* Bateman, *Góngora unicolor* Schltr., *Epidendrum isomerum* Schltr., *Trigonidium egertonianum* Batem ex Lindl., *Brassia maculata* R.Br., etc.) (Hágsater et al., 2005). Por otro lado, en las montañas del sur del país, la vegetación tropical frecuentemente se mezcla con otros tipos de vegetación de características más templadas, como los bosques de encinos, pinos, enebros, cipreses, madroños y abetos, entre otros. En estas regiones con un clima más favorable en cuanto a humedad y temperatura es posible encontrar una variada flora de orquídeas, tanto epifitas como terrestres (Hágsater et al., 2005).

Ahora bien, indiscutiblemente los hábitats más diversos de México por unidad de superficie son los bosques mesófilos de montaña, que ocupan apenas el 1% del territorio nacional y contienen entre 10 y 12% de todas las especies de plantas y animales que existen en el país (Manson et al., 2008b; Hágsater et al., 2005; Rzedowski, 1996). En cuanto a las orquídeas son particularmente ricos y diversos, albergando el 60% de todas las especies reportadas para México (Hágsater et al., 2005). Estos ecosistemas se localizan en el mismo piso altitudinal que los bosques de pino-encino, pero están sometidos a un mayor régimen de precipitaciones, en los meses lluviosos y a neblinas durante los meses secos. Se pueden encontrar formando una franja estrecha y regularmente continua en las cordilleras paralelas a las costas en la vertiente del Golfo de México y en forma de parches en la vertiente del Océano Pacífico (Hágsater et al., 2005).

No obstante la gran importancia de los bosques mesófilos de montaña para la conservación de la biodiversidad, se estima que en México más del 50% de la superficie que ocupaba originalmente ya ha sido reemplazada por otros usos de suelo (Manson et al., 2008b; Challenger, 1998).

De forma general la mayor parte de las especies mexicanas de orquídeas, se localizan en las zonas tropicales y templadas del país, fundamentalmente en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Morelos, Jalisco, Puebla, San Luis Potosí y Michoacán (Ávila, 1996).

3.2. Reproducción de las orquídeas epífitas

3.2.1. Polinización

Debido a la complejidad de su estructura floral, las orquídeas son reconocidas por su gran diversidad en sistemas de polinización, que constituyen un factor de gran importancia en la reproducción de estas plantas (Gravendeel et al., 2004; Van der Cincel, 2001; Van der Pijl y Dodson, 1966; González, s/a).

Catling, (1990), reporta 350 especies de orquídeas en las que al menos una de sus poblaciones se autopoliniza, pero estas representan un ejemplo relativamente poco frecuente dentro de la familia, que generalmente está asociada a animales para su polinización (Hágsater et al., 2005; Johnson y Brown, 2004; Ackerman y Montalvo, 1990; González, s/a). Esta asociación con animales polinizadores puede llegar a ser un factor limitante cuando por causas antrópicas o de otra índole, la población de polinizadores potenciales disminuye o no está presente (Ackerman y Montalvo, 1990; González, s/a).

Los principales polinizadores de las orquídeas son insectos como abejas y moscas, además de diversas especies de avispas y mariposas, tanto diurnas como nocturnas y en menor medida, aves como los colibríes (Hágsater et al., 2005, Johnson y Brown, 2004; Ollerton, 1999). Porcentualmente las abejas representan 60% de los polinizadores, moscas 15%, misceláneos 11%, mariposas nocturnas 8%, mariposas diurnas 3% y aves 3% (González, s/a). En particular, el papel de las abejas en la polinización de las orquídeas se refleja en el caso de la tribu Euglossini (Apidae), que se distribuye a todo lo largo y ancho de América tropical (Roubik y Hanson, 2004). En general, los machos de esta tribu polinizan aproximadamente el 10% de las orquídeas neotropicales (Roubik y Hanson, 2004) y la mayoría de los grupos principales de orquídeas representados en los Trópicos Americanos tienen al menos un género que es polinizado por estas abejas (Chase, 2001).

Para una polinización exitosa, las estructuras donde se adhieren las polinias en los diferentes animales, deben de estar relativamente desprovistas de pelo, en los insectos, o plumas, en el caso de las aves, facilitando así que se pegue el polinario (Johnson y Brown, 2004).

Como parte de su complejo proceso de polinización las flores de orquídeas presentan comúnmente diferentes atributos relacionados con la atracción y guía de los polinizadores. Estos atributos conforman mecanismos que pueden involucrar la oferta real de una recompensa para el animal (néctar, aceites, aromas) o ser ofertas ficticias para engañar al polinizador (mimetismos sexuales o de alimentación) (Hágsater et al., 2005; Van der Pijl y Dodson, 1966).

En el caso particular de las orquídeas que producen recompensas de aceites, se conoce que son visitadas y polinizadas por abejas altamente especializados (Hymenoptera: Apoidea) que se encuentran en cuatro familias (Melittidae, Ctenoplectridae, Anthophoridae y Apidae) y 15 géneros (Buchmann, 1987).

Estos aceites florales son secretados por algunas especies de orquídeas africanas y neotropicales (Singer y Cocucci, 1999; Buchmann, 1987), muchas de las cuales comparten una serie de características tales como, flores de color amarillo-verde o amarillo y rosa, frecuentemente con marcas de color marrón y la total ausencia de fragancia o la presencia de un fuerte olor acre (Singer y Cocucci, 1999; Buchmann, 1987).

En las orquídeas americanas, las abejas recolectoras de aceites son principalmente de los géneros *Tetrapedia*, *Paratetrapedia* y *Centris* (Singer y Cocucci, 1999; Buchmann, 1987).

Una vez que el aceite floral es recogido por la abeja es mezclado con el polen para desarrollar un alimento para las larvas (Michener, 2000) o utilizado en el nido para el sellado e impermeabilización de las celdas (Silvera, 2002).

En las orquídeas nativas de las zonas bajas y medianas del Soconusco se han realizado estudios extensivos sobre la polinización de aproximadamente 100 especies de orquídeas, sin embargo solo se ha logrado capturar e identificar a los polinizadores de diez especies (ej: *Cycnoches ventricosum* Bateman por *Eulaema cingulata* Fabricius, *Gongora galeata* (Lindl.) Rchb.f., *Mormodes lineata* Bateman ex Lindl., *Notylia barkeri* Lindl. y *Stanhopea saccata* Bateman por *Euglossa viridissima* Friese, *Stelis quadrifida* (La Llave & Lex.) Solano & Soto Arenas por *Neocorynura* aff. *centroamericana*, *Nidema boothii* (Lindl.) Schltr. por *Trigona fulviventris*, etc.) y se reporta que la mayoría de las

orquídeas en la región ya no se reproducen sexualmente (Damon y Salas-Roblero, 2007).

Aproximadamente el 66% de la vegetación original de México se ha perdido a causa de la agricultura o está siendo perturbada por actividades humanas, lo que repercute gravemente en la biodiversidad (Soto, 2008). En el caso de la costa de Chiapas, debido a las perturbaciones derivadas de las actividades agropecuarias y las prácticas silvícola extensivas, unido al incremento constante de la población, se ha perdido aproximadamente el 95% de las zonas boscosas que la cubrían originalmente (CNA y CMDI, 2000; INEGI, 1999). Como tendencia general, la deforestación se extiende hacia la parte alta de la Sierra Madre, incluidas las áreas de gran pendiente, afectando lo últimos parches de vegetación natural que aún se conservan (Tovilla, 2004).

A esta problemática se suman los incendios forestales que se presentan todos los años en el estado de Chiapas (aproximadamente 4000), provocados regularmente por negligencias o intencionalmente, muchos de ellos de grandes dimensiones a lo largo de la parte media de la sierra (ej: Incendios de 1987, 1989, 1998 y 2002) (IHNyE, 2004).

A consecuencia de todas estas perturbaciones es probable que muchas especies de polinizadores se hayan extinguido y que otras especies hayan desviado su atención hacía fuentes de fragancias, alimento y néctar más redituables (Damon y Valle-Mora, 2008; Damon, 2006a).

3.2.2. Los hongos micorrícicos y las orquídeas

Luego de que las semillas de orquídea llegaran a un sustrato, su germinación y posterior establecimiento depende de muchos factores bióticos y abióticos (Trapnell y Hamrick, 2006).

Uno de los factores bióticos más crítico es la presencia de hongos micorrícicos en el sustrato al cual llegan (Damon y Valle-Mora, 2008; Damon, 2006a). La dependencia de hongos micorrícicos para la germinación es un importante componente de la biología de las orquídeas (Gravendeel et al., 2004; Arditti, 1992) y pueden limitar

su distribución (Clements, 1987), así como el reclutamiento de nuevos individuos en las poblaciones (Mujica, 2007).

Micorriza, englobando a todos los tipos descritos actualmente, hace referencia a la asociación simbiótica que se establece entre un hongo (especializado para vivir en el suelo y en las plantas) y la raíz u otro órgano de una planta, siendo un fenómeno frecuente en el Reino Vegetal. Los hongos micorrícicos le pueden brindar diversos beneficios a las plantas con las que se asocian, entre los que se encuentran, la producción de reguladores del crecimiento, protección contra enfermedades y principalmente le aportan importantes nutrientes (fósforo, nitrógeno, potasio y calcio) y agua, mientras que la planta generalmente le brindan al hongo productos de su fotosíntesis como, carbohidratos y vitaminas (Popoff, 2008; Brundrett, 2004).

Actualmente, en el caso de las orquídeas se plantea que posiblemente la relación entre el hongo y la orquídea no sea mutualista, si no parasítica. Probablemente la orquídea digiere las hifas y pelotones del hongo, que se establecen en las células de sus raíces, aprovechando así los nutrientes captados e incorporados en el cuerpo del hongo (Damon, 2009).

Los dos tipos más comunes de micorriza son las ectomicorrizas y las endomicorrizas (Popoff, 2008). En las ectomicorrizas el micelio no penetra en las células de la raíz de la planta, sino que se quedan alrededor de ésta. En las endomicorrizas, generalmente el micelio si invade la raíz, siendo inicialmente intercelular, pero luego penetra en las células radiculares, desde la rizodermis hasta las células corticales. Una vez dentro de las células, forma minúsculas arborescencias muy ramificadas que se llaman arbusculos. Estos arbusculos son los que aseguran una gran superficie de contacto entre ambos simbioses. También en el interior de la raíz se encuentran comúnmente vesículas, que son los órganos de reserva del hongo. La mayoría de las plantas arbustivas y herbáceas poseen este tipo de asociación. Estos hongos inferiores que forman endomicorrizas vesículo-arbusculares (V-A), pertenecen a un solo grupo, las Glomales (Zygomycetes), con seis géneros y un centenar de especies distribuidas en todos los continentes. Estos hongos son estrictamente simbióticos, y no pueden ser cultivados en cultivo puro, o sea en ausencia de su hospedero, contrariamente a los hongos ectomicorrícicos (Popoff, 2008).

Las orquídeas poseen un tipo particular de endomicorrizas orquidioides o de ovillo, que posiblemente representen el tercer tipo más importante de micorrizas, es importante resaltar que estas plantas son totalmente dependientes de sus hongos simbiotes, fundamentalmente en las primeras etapas de desarrollo (Kennedy, 2009; Popoff, 2008). Probablemente las plantas jóvenes de orquídea segregan sustancias denominadas fitoalexinas, que les permiten controlar el crecimiento del hongo simbiote, para que la asociación no le sea contraproducente (Hágsater et al., 2005; Arditti, 1992), aunque no existen pruebas contundentes de este mecanismo (Damon, 2009).

La asociación con el hongo es imprescindible para las orquídeas, dado que sus semillas carecen de reservas para alimentar al embrión en sus primeras fases de desarrollo (Díaz, 1988). Así, el hongo micorrízico le brinda al embrión los nutrientes necesarios para el desarrollo del protocormo (Díaz, 1988), que es la primera etapa por la que transitan las semillas de orquídea después de la germinación. Sin embargo, esta simbiosis aunque imprescindible para la germinación, ocurre sólo en una pequeña porción de las semillas que se producen, siendo la ausencia del hongo micorrízico el factor limitante (Díaz, 1988).

En el Soconusco se han empezado a estudiar los hongos micorrízicos presentes en plantas jóvenes y maduras de orquídeas epífitas (Morena, 2007; Hernández, 2006; Lara, 2006; Ovando, 2001). Esto ha permitido determinar que hay varios géneros de hongos asociados con las raíces de las Orchidaceas en la región (ej: *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Sclerotium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*) (Lara, 2006). No obstante, bajo condiciones de laboratorio todavía no se ha podido determinar cual o cuales de estos hongos facilitan la germinación de las semillas de las diferentes especies de orquídeas (Damon, 2009; Lara, 2006).

3.3. Características generales de la región del Soconusco

3.3.1. Ubicación geográfica y caracterización

El Soconusco es una de las nueve regiones económicas en las que se divide el estado mexicano de Chiapas (Damon y Colin-Martinez, 2004), localizándose en el extremo suroeste del mismo (Figura 1).

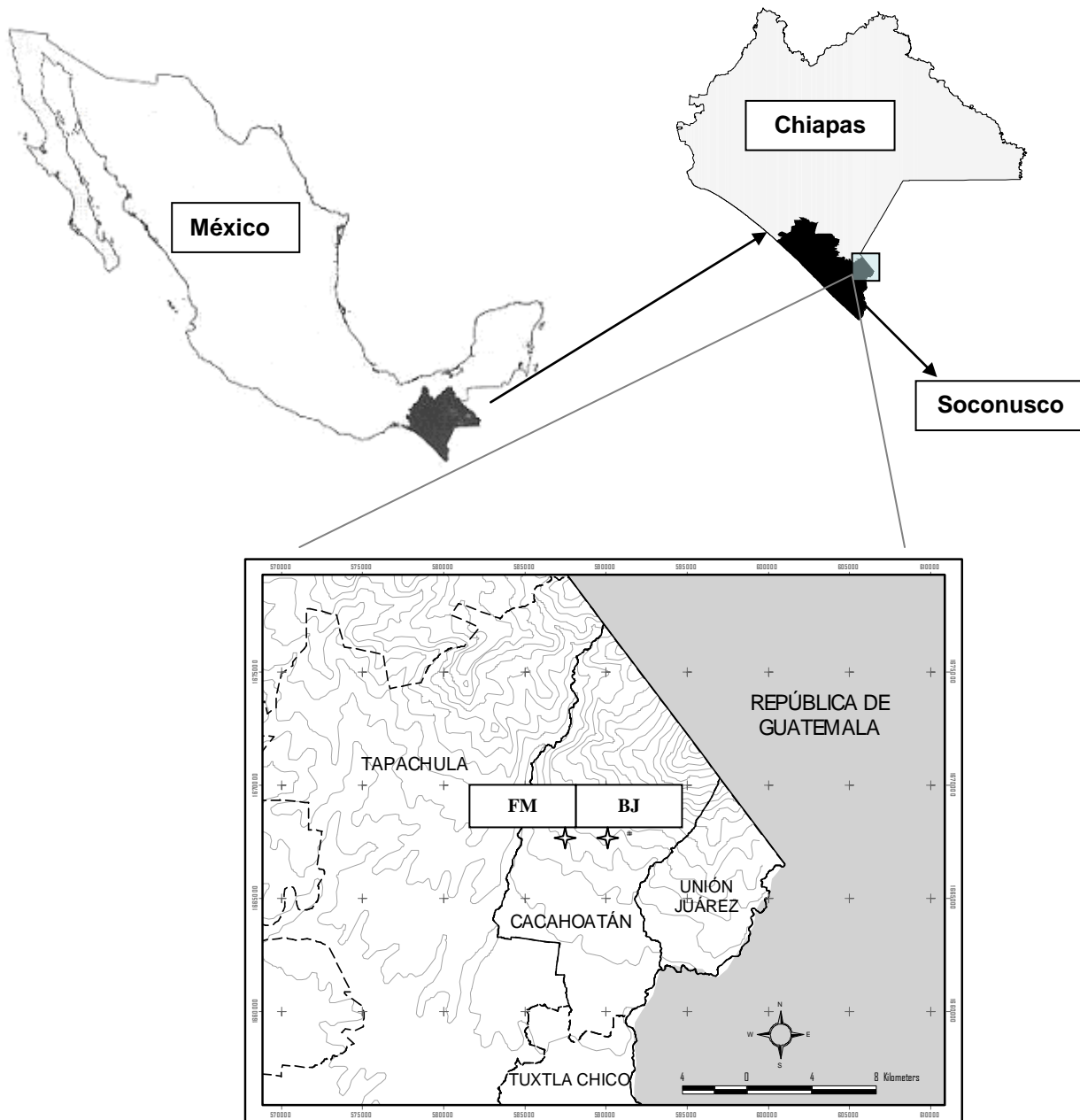


Figura 1. Localización del Soconusco, Chiapas, México y puntos de muestreo (Fracción Montecristo (FM) y Benito Juárez El Plan (BJ), municipio de Cacahoatan).

Esta región limita al norte con la Sierra Madre de Chiapas, al sur con el Océano Pacífico, al oeste con la región Istmo-Costa y al este con Guatemala (Damon y Colin-Martínez, 2005) y se enmarca entre los paralelos $14^{\circ}32'15''$ y $15^{\circ}32'15''$ y los meridianos $92^{\circ}04'27''$ y $93^{\circ}05'42''$. Abarca una superficie de 5475 km² (7.2 % del estado), que se distribuye en una planicie costera (abarca una extensión variable de

entre 15 y 30 km a partir de la costa), con una pendiente suave hacia la zona marítima y la Sierra Madre. La región se extiende de manera paralela al océano pacífico y consiste en valles y laderas escarpadas con pendientes en talud, en general liso de 40°, 50° y en algunos casos hasta 70°. El volcán Tacaná (4100 m) es el punto más alto de la región y de todo el sureste del país (Sánchez y Jarquín, 2004).

3.3.2. Geología y suelos

Esta región forma parte de un territorio geológicamente uniforme que inicia en el Istmo de Tehuantepec y termina en el Golfo de Fonseca, Nicaragua (Grajales y Valera, 2002).

La Sierra Madre hay que caracterizarla analizando por separado su porción norte y su porción sur. En la parte norte predomina un sustrato pobre en nutrientes sobre granodioritas, mientras que en la parte sur abundan los suelos ricos en sustancias nutritivas sobre andesitas (Richter, 1985).

Entre los 70 y 850 msnm se encuentra solo una zona de suelos tipo “tropical”, como los ferrisoles (oxisoles), aunque debido al abundante contenido de sustancias radioamorfos, como los alófanos, estos suelos no comparten las características débiles de los suelos neovolcánicos, propios de las regiones tropicales (Richter, 1985).

En cuanto al PH, de forma general todos los suelos de la región por encima de los 70 msnm son muy ácidos (Richter, 1993).

3.3.3. Clima y vegetación

En la región del Soconusco la temperatura media anual oscila entre los 16°C y los 30°C, con precipitaciones que varían entre los 1500 mm y los 5000 mm anuales, según la zona y la altitud (INEGI, 2005; Sánchez y Jarquín, 2004).

Hasta los 1200 msnm la vegetación primaria del Soconusco corresponde fundamentalmente a la de una selva perennifolia, cuya extensión se ha visto mermada como consecuencia del aumento de la actividad humana. Entre los 1200 y los 2300 msnm predominan las selvas mediana y baja subperennifolia y los bosques mesófilos de montaña, pudiendo encontrar parches de selvas y bosques vírgenes o secundarios maduros, con un elevado número de especies y un estrato superior arbóreo de más de 35 m, con una notable abundancia de plantas trepadoras y epífitas, a pesar de las

presiones causadas por la alta densidad humana en la región (Miranda, 1998; Cortina, 1993). En ciertas zonas los bosques mesófilos se pueden presentar a partir de aproximadamente los 800 msnm (Damon, 2009).

Todos estos ecosistemas se han visto afectados principalmente por la actividad agroforestal. Debido a esta actividad, en la zona baja predominan, los cultivos anuales, los frutales tropicales y en menor medida los pastizales, mientras que en la zona media de la montaña, dominan los cafetales de sombra (Sánchez y Jarquín, 2004; Miranda, 1998; Cortina, 1993), aunque hoy en día es posible encontrar frecuentemente cafetales a pleno sol y cultivos de subsistencia como maíz, frijol, etc. En la parte alta de la montaña predomina el bosque de pino-encino (Miranda, 1998; Cortina, 1993), y pueden verse pastizales asociados con la ganadería extensiva. La zona alta también se ha visto seriamente afectada por las inadecuadas técnicas de apertura de caminos y carreteras que se aplican regularmente (Damon y Colín-Martínez, 2005).

En cuanto a la orquideoflora, en la actualidad, combinando la zona baja, media y alta de la montaña, la región del Soconusco consta de más de 270 especies de orquídeas, de las cuales los géneros más representativos son: *Epidendrum*, *Maxillaria*, *Oncidium*, *Prosthechea* y *Stelis* (Damon y Solano-Gómez, 2008).

De las especies listadas para la zona, 28 se encuentran frecuentemente (Ej: *Brassavola nodosa* (L.) Lindl., *Campylocentrum micranthum* (Lindl.) Rolfe, *Guarianthe skinneri* (Bateman) Dressler & W.E.Higgins, *Encyclia cordigera* (Kunth) Dressler, *Notylia barkeri* Lindl., etc.) y cuatro se pueden considerar como abundantes (*Catasetum intergerrimum* Hook., *Guarianthe aurantiaca* (Bateman ex Lindl.) Dressler & W.E.Higgins, *Prosthechea chacaoensis* (Rchb.f.) W.E.Higgins y *Epidendrum stamfordianum* Bateman), siendo orquídeas lo suficientemente flexibles como para persistir en ambientes perturbados, como fragmentos de selva, cafetales y cacaotales con árboles de sombra, avenidas con árboles maduros, etc. (Damon y Colín-Martínez, 2005; Damon, 2004). Durante ocho años de colectas, 91 especies de orquídea se han encontrado solamente una o dos veces y probablemente 31 especies de las reportadas por Cabrera-Cachón, (1999), se han extinguido en las últimas décadas (Damon, 2004).

De las orquídeas reportadas para la región por Cabrera-Cachón, (1999), que están incluidas en la Normatividad Oficial Mexicana número 59 de flora y fauna en

peligro de extinción, amenazada y vulnerable (NOM-059-ECOL-2002), aún se pueden encontrar con bastante regularidad *Erycina crista-galli* (Rchb.f.) N.H.Williams & M.W.Chase y *G. aurantiaca*, pero otras seis especies son muy escasas (*Barkeria skinneri* (Bateman ex Lindl.) Lindl. ex Paxton, *Caularthron bilamellatum* (Rchb.f.) R.E.Schult., *Chysis bractescens* Lindl., *C. ventricosum*, *Oncidium suttonii* Bateman ex Lindl. y *Specklinia endotrachys* (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase) (Damon y Colín-Martínez, 2005; Damon, 2004).

3.3.4. Actividad económica, demografía y usos del suelo

En términos económicos y demográficos, el Soconusco es una de las regiones más dinámicas de México y de Centroamérica (Sánchez y Jarquín, 2004).

Abarca 16 municipios, en los que se puede apreciar tres formaciones neoeconómicas fundamentales: la planicie costera (dedica fundamentalmente a los cultivos anuales, los frutales tropicales y los pastizales), la zona media de la montaña (dedica principalmente al cultivo del café) y la parte alta de la Sierra Madre (dedica al cultivo del café, pero también conserva los parches más importantes de bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino) (Sánchez y Jarquín, 2004). Esta amplia zona cafetalera fue desarrollada principalmente por inmigrantes alemanes a finales del siglo XIX (Grajales y Valera, 2002) y esta producción se ha mantenido a lo largo de todas estas décadas y aún hoy constituye uno de los principales productos de exportación de la región, no obstante la devaluación que ha sufrido el grano en los últimos años.

En el período 1990-2000, en la región se registró una densidad poblacional de 121.3 hab/km², representando esta cifra un poco más del doble del promedio estatal (51.8 hab/km²). En esta población se distinguen fuertes contrastes, con una desigualdad creciente y una proporción importante en condiciones de pobreza y marginación. Siendo también la zona escenario de un flujo constante de migrantes con diversas características (Rojas et al., 2004).

En el Soconusco se encuentran tres reservas ecológicas y el Corredor Biológico Mesoamericano: Las Reservas de la Biosfera La Encrucijada (manglar, selva baja inundable de zapotonales, tulares-popales, sistemas lagunares y reductos de selva

mediana y baja subperennifolia) (CONANP, 2010; Aguilar, 2008), El Triunfo (bosque mesófilo, selva baja caducifolia y selva alta perennifolia) (CONANP, 2010) y Volcán Tacaná (selva alta perennifolia, bosque mesófilo y bosque de pino-encino) (CONANP, 2010; Rodríguez, 2008) y el Área Terrestre Prioritaria Corredor Biológico Tacaná-Boquerón (selva alta perennifolia, bosque mesófilo y bosque de pino-encino) (CONABIO, 2008).

3.4. El cafetal. Oportunidades para la conservación y el desarrollo económico

3.4.1. El café y su situación en México

Los cafetos son arbustos tropicales, originarios de las selvas tropicales de África, pertenecientes al género *Coffea*, de la familia Rubiaceae. Actualmente se explotan económicamente dos especies: *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* L. (ICO, 2009; Baxter, 1997). La más ampliamente cultivada es *C. arabica*, ya que produce un café fino y aromático. Su cultivo es más delicado, menos productivo y está reservado a tierras altas de montaña, entre 900 y 2 000 msnm, debido a que necesita un clima fresco para su óptimo desarrollo (Baxter, 1997).

México actualmente ocupa el octavo lugar en la producción mundial de este aromático grano, cultivándose aproximadamente 812,657 ha, de las cuales 670 000 ha (83%) son cafetales de sombra con una baja productividad de menos de 8 Qq/ha (ICO, 2009; SAGARPA, 2009; Bartra, 2004; Moguel y Toledo, 1999). La región cafetalera del país se distribuye en 12 estados y 400 municipios ubicados a lo largo de las vertientes del Golfo de México y del Océano Pacífico (SAGARPA, 2009; Moguel y Toledo, 1999; SCCA, 1999) y aunque solo ocupa un 0.4% del territorio nacional, abarca 14 (9.3%) de las 151 Regiones Terrestres Prioritarias que tiene la nación (Moguel y Toledo, 2004; Arriaga et al., 2000). Es importante resaltar que los estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca, aparte de ser los principales productores del café en México (SAGARPA, 2009), también son los más diversos del país (Moguel y Toledo, 1999; CONABIO, 1998).

Chiapas es el primer productor de café del país, con el 32% de la superficie total sembrada de este cultivo y el 39% de la producción nacional (SAGARPA, 2009). Hasta mayo de 2009 tenía aproximadamente una superficie de 253 811 ha sembradas con este cultivo, un rendimiento de 2.2 t/ha y un volumen de producción de 567 011.4 t, lo que representa 1 797.2 millones de pesos (SAGARPA, 2009).

3.4.2. El cafetal y las orquídeas

Uno de los hábitat más transformados por el cultivo del café, es el bosque mesófilo de montaña, aunque también han sido fuertemente afectados por esta actividad los bosques de pino-encino-liquidambar, las partes elevadas de la selva húmeda tropical y la selva subcaducifolia (Hágsater et al., 2005). Sin embargo, la cafecultura de bajo impacto o tradicional (Figura 2), por las condiciones que requieren las plantas de café para su óptimo desarrollo, es uno de los cultivos perennes que más semejan las condiciones de las selvas y bosques originales y en ellos logran adaptarse y desarrollar su ciclo de vida sin dificultades, numerosas especies de plantas y animales (Manson et al., 2008a; Manson et al., 2008b; Hágsater et al., 2005; Espejo et al., 2004; Sherry, 2000; Moguel y Toledo, 1999).

Un cafetal tradicional es un agroecosistema forestal, con presencia de árboles y otras plantas originarias del sitio, que conserva relativamente bien las estructuras complejas, la alta diversidad de especies de plantas típicas de la comunidad observada en los bosques originales de la misma región y el ciclo hídrico y los demás ciclos bioquímicos de los bosques mesófilos (Figura 2) (Manson et al., 2008a; Manson et al., 2008b; Hágsater et al., 2005; Moguel y Toledo, 1999).



Figura 2. Cultivo tradicional de café arábica (*Coffea arabica* L.).

Hoy en día, muchas orquídeas se refugian en cafetales, de hecho varias especies, particularmente de las llamadas orquídeas de ramilla, no se encuentran en ningún otro lugar (Damon, 2003). Estas orquídeas se denominan de esta forma por haber desarrollado adaptaciones, que les permiten crecer generalmente en los extremos de las ramas de los árboles o arbustos donde se desarrollan, siendo esta la porción más delgada, con altos niveles de perturbación y menor disponibilidad de recursos para la orquídea. Una de estas adaptaciones son raíces finas y largas, que se enrollan a las ramillas de las plantas hospederas, permitiéndoles un anclaje firme en este microhábitat. (Mondragón et al., 2007; Gravendeel et al., 2004; Brown, 1990; Chase, 1987).

En el Socunusco se encuentran varias especies comunes asociadas a cafetales, por ejemplo: *Leochilus labiatus* (Sw.) Kuntze, *Leochilus oncidoides* Knowles & Westc., *Leochilus scriptus* (Scheidw.) Rchb.f., *N. barkeri*, *Trichocentrum ascendens* (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams y *Trichocentrum candidum* Lindl., además de otras especies raras, incluidas en la NOM-ECOL-059-2001, como, *O. poikilostalix*, *Oncidium guatemalenoide*s M.W. Chase & N.H. Williams, *Specklinia lateritia* (Rchb.f.) Pridgeon & M.W.Chase, *E. crista galli*, *Cyrtochiloides ochmatochila* (Rchb.f.) N.H.Williams &

M.W.Chase, *Ionopsis satyrioides* (Sw.) Rchb.f., *Kefersteinia tinschertiana* Pupulin, *Pleurothallis saccatilabia* C. Schweinf. y *Restrepia trichoglossa* F.Lehm. ex Sander (Damon, 2009).

Ahora bien, hay que tener en cuenta que no todos los cafetales mantienen las especies de orquídeas del bosque original. Para que esto suceda es necesario que al menos queden en pie algunos ejemplares de los árboles del bosque primario, en los que sea posible hallar diferentes especies de orquídeas, que sirven además como fuente de semillas para permitir la colonización de otros árboles. Así, cuando los árboles de la vegetación original son talados en su totalidad y sustituidos por especies para sombra introducidas, la biodiversidad del agroecosistema disminuye severamente. En estos casos es posible aun encontrar algunas orquídeas, pero son un conjunto especializado de orquídeas de los cafetales, que en muchas ocasiones no estaban presentes en el hábitat original (Hágsater et al., 2005).

Si al porcentaje estimado de orquideoflora mexicana que vive en los bosques mesófilos (60%) (Hágsater et al., 2005), se le suman los correspondientes a los bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y perennifolios, la cifra alcanza el 70 u 80% (Espejo et al., 2004). Considerando que estos ecosistemas son también los más utilizados para las plantaciones de café, no es raro que el número de especies de orquídeas presentes en los cafetales sea elevado, aunque esto puede variar en función de las características señaladas anteriormente (Espejo et al., 2004).

De las 213 especies de orquídeas reportadas creciendo en cafetales, 180 (84.1%) crecen como epífitas, cuatro pueden ser epífitas y/o terrestres y el resto, es decir 31 (14.4%) corresponden a plantas terrestres, además 47 (22%) de las especies son endémicas de México (Espejo et al., 2004).

En el caso de los géneros, 76 de ellos, más de la mitad de los reconocidos para México, tienen representantes en los cafetales, 14 de ellos con el 100% de sus especies, 17 con más del 50% y 45 con menos del 50% (Espejo et al., 2004).

Los datos anteriores son importantes, pues si se considera la elevada tasa de destrucción y fragmentación de las selvas y bosques tropicales, queda de manifiesto la importancia que los cafetales de sombra tienen en la conservación de la diversidad de orquídeas, particularmente en el caso de las epífitas. Estas orquídeas necesitan la

presencia de árboles para desarrollarse y considerando que los cafetales de sombra respetan al menos parcialmente, el estrato arbóreo original de las comunidades vegetales resultan fundamentales para su conservación (Espejo et al., 2004).

3.4.3. El cafeto como forofito

El término forofito deriva del de “planta hospedero” propuesto por Ochsner, (1928) y que ha sido ampliamente utilizado, internacionalizándose posteriormente en castellano como forofito a partir del termino phorophyte, empleado por Johansson, (1974) (Ferro, 2003).

Las plantas de café con frecuencia son muy buenos hospederos de ciertas orquídeas epífitas. Comúnmente se asocian especies de orquídeas de ramillete, que tienen por lo general un ciclo de vida corto, como las de los géneros *Erycina* y *Notylia*. Además en plantas de café muy viejas es posible encontrar especies de orquídeas muy escasas como *Acianthera eximia* (L.O.Williams) Solano y *Clowesia rosea* Lindl. que fueron encontradas en la zona de Pluma Hidalgo (Hágsater et al., 2005). Estos cafetos viejos se distinguen por una mayor presencia de musgos y líquenes en su corteza, una mayor rugosidad de la misma, además de poseer fisuras más pronunciadas. Todas estas características facilitan la acumulación de nutrientes y una humedad más elevada, lo que puede incidir en una mayor presencia de orquídeas (Damon, 2009).

No obstante, del total de especies de orquídea que han sido reportada asociadas al ecosistema cafetalero en el país (213 especies), únicamente 18 especies (8.4%) han sido reportadas creciendo sobre los cafetos mismos, lo que nos indica la importancia que tienen las diversas especies arbóreas presentes en estos cultivos para la conservación de la diversidad de taxas epífitos (Espejo et al., 2004).

3.4.4. Los árboles de sombra en el cafetal

Debido a las características que tipifican a un cafetal de sombra, los árboles son imprescindibles y juegan un papel fundamental tanto desde el punto de vista productivo como en la conservación de la biodiversidad (Hágsater et al., 2005; Sherry, 2000).

En general, se recomienda identificar especies arbóreas que posean características adecuadas para la producción de café (si es posible leguminosas, que

tengan sombra filtrada y que produzcan abundante materia orgánica), que tengan valor comercial (leña, madera, frutas, etc.) y que favorezcan la conservación de la biodiversidad (Yépez, 2002).

La sombra en los cafetales, mejora la calidad del café, garantiza mayor eficiencia fotosintética, permite extraer nutrientes que se han lixiviado, disminuye la presencia de malezas, aumenta la fertilidad del suelo, reduce la erosión y garantiza una producción sostenida a largo plazo, unido a la conservación de la biodiversidad. No obstante la sombra en el cafetal también puede tener desventajas, como cierta competencia fisiológica, cuando es en exceso o la incidencia de plagas y enfermedades (Schröder et al., 2007).

Un árbol se considera ideal para sombra, cuando posee una sombra ligera, las ramas no se parten con facilidad, es resistente a la poda, es una especie longeva, no tiene efectos alelopáticos y es fijador de nitrógeno (Yépez, 2002).

Según el esquema de certificación ecológica Café “ECO-OK.”, de “Rainforest Alliance”, un cafetal ideal debe incluir al menos 12 especies arbóreas diferentes, mantener o establecer sombra con una mezcla de especies nativas y usar preferentemente árboles perennifolios (Yépez, 2002).

En los cafetales de la Sierra Madre de Chiapas, destacan por su importancia ocho especies arbóreas de 49 encontradas, entre las que se encuentran el chalum (*Inga* sp.) (Mimosoideae), el guachipilin (*Diphysa floribunda* Peyr.) (Mimosoideae) y la paterna (*Inga paterno* Harms) (Mimosoideae). En estos cafetales se observa una tendencia a la diversificación de la estructura arbórea, lo que es de gran importancia para mantener, en la mayor medida posible, el equilibrio ecológico en estos agroecosistemas (PATPO SC, 2007).

En el caso particular de los cafetales de sombra de la zona media de la montaña en el Soconusco, la especie que predomina como sombra es el chalum (*Inga* sp.) (Figura 3) (Miranda, 1998; Cortina, 1993).



Figura 3. Chalum (*Inga* sp.).

3.4.5. Cambios actuales en la cafeticultura mexicana, implicaciones y posibles soluciones

Originalmente todo el café mexicano provenía de cafetales tradicionales de sombra, que son sistemas agro-forestales con dosel cerrado y con alta diversidad de especies. Sin embargo, la creación de cafetos híbridos de cultivo intensivo, resistentes a la exposición directa al sol, con un elevado empleo de agroquímicos y con una mayor productividad por hectárea, han empezado a favorecer el desplazamiento de los cultivos de sombra, incentivado por las mayores ganancias inmediatas que significan estos cafetales de sol para los productores (Espejo et al., 2004; Sherry, 2000).

Para 1999 el 10% de las plantaciones de café en México eran cafetales de sol, el 25% son monocultivo de sombra o policultivo comercial y aún quedaban bajo manejos tradicionales de sombra aproximadamente dos terceras partes de la superficie sembrada (Moguel y Toledo, 2004, 1999). Esta conversión de cafetales tradicionales de sombra en cafetales de sol, monocultivos de sombra y policultivos comerciales, ha propiciado la alteración definitiva de algunos ecosistemas, con la consecuente pérdida de la biodiversidad original y el deterioro de estos hábitats (Espejo et al., 2004; Sherry, 2000). Por esta razón es importante proporcionar a los productores de café tradicional de sombra, alternativas para un manejo integral y sostenible de los cafetales y sus

áreas circundantes, que ayude a detener esta tendencia destructiva en la que se sacrifica el ecosistema por un relativo beneficio económico inmediato (Espejo et al., 2004).

Los cafeticultores, tienen acceso en sus parcelas a diferentes especies de orquídeas, muchas de las cuales, no obstante su pequeño tamaño, pueden ser especies muy llamativas e interesantes, por su belleza o su rareza. Con la debida capacitación, estos productores pueden aprovechar las plantas que normalmente se tiran al suelo y mueren allí, a causa de la poda de los árboles y cafetos. Se pueden rescatar estas plantas y cultivarlas en galeras rústicas en sus patios, constituyendo una fuente extra de recursos para las familias campesinas, derivada de su empleo en la elaboración de artesanías (Damon, 2004).

Existen en México varios proyectos, donde se intenta reconciliar la necesidad de nuevas alternativas económicas para los cafeticultores, con la urgente necesidad de conservar y restaurar las poblaciones de orquídeas nativas (Damon y Salas-Robledo, 2007; Damon, 2006a, 2006b; Ruiz et al., 2006). Para elaborar planes de manejo, encaminados a proteger y utilizar racionalmente las poblaciones de orquídeas de ramillete que conviven con el cafetal, es imprescindible generar mayor conocimiento acerca de las especies de orquídeas, su reproducción y las condiciones ambientales más óptimas (de temperatura, humedad, luz, etc.) para su persistencia (Damon, 2009).

3.5. Género y especie de orquídea objeto de estudio

3.5.1. Género *Oncidium* y subtribu Oncidiinae

El género *Oncidium* se encuentra dentro de la subtribu Oncidiinae y actualmente se reconoce que incluye aproximadamente 400 especies, distribuidas en los trópicos y subtrópicos del Nuevo Mundo (Perleberg et al., 2008; Pupulin et al., 2008).

Recientemente fueron incorporadas al género *Oncidium* todas las especies pertenecientes al género *Sigmatostalix*, que pasa a ser un sinónimo genérico del género *Oncidium* (Solano-Gómez, 2009; Chase et al., 2008). Anteriormente *Sigmatostalix* contaba con aproximadamente 60 especies (Pupulin et al., 2008).

En la subtribu Oncidiinae, es común la polinización por engaño, pero también se presenta el síndrome de polinización mediante la producción de aceites en las

glándulas elioforas (Pupulin et al., 2008). Estos aceites son empleados como recompensa para los polinizadores y es un mecanismo que está escasamente representado, aunque es muy característico de todas las especies que pertenecían al desaparecido género *Sigmatostalix* (Pupulin et al., 2008). Los aceites no volátiles que producen las orquídeas que pertenecían a este género, son colectados fundamentalmente por las hembras de las abejas anthophoridas (Apoidea: Anthophoridae), mediante adaptaciones estructurales en sus patas delanteras (Pupulin et al., 2008).

Excepto Dodson, (2004), que reportó la polinización de *Sigmatostalix* por la abeja *Paratetrapaedia* Moure, que recibe las polinias en la parte superior de la cabeza entre las antenas, no es posible encontrar ningún otro registro publicado de observaciones directa de polinización para las especies que pertenecían a este género (Pupulin et al., 2008).

3.5.2. *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams (Figura 4)

En la comunidad científica ha existido mucho debate acerca de si *Sigmatostalix costaricensis* Rolfe y *Sigmatostalix poikilostalix* Kraenzl deben considerarse sinónimos de *Sigmatostalix guatemalensis* Schltr., de *Sigmatostalix picta* Lindl., o si realmente deben ser considerados como taxas distintos. En los últimos años han sido considerados por diversos autores (ej: Atwood y Mora de Retana, 1999) como coespecíficos de *S. picta*, mientras que otros autores (ej: Dressler, 1993) las consideran sinónimos de *S. guatemalensis* (Soto-Arenas y Solano-Gómez, 2007).

La especie fue reportada como *S. costaricensis*, para Guatemala y Costa Rica únicamente (Behor y Tinschert, 1998), pero Atwood y Mora de Retana, (1999), la incluye como sinónimo de *S. picta* y la reporta para Nicaragua y Sudamérica. Estos autores (Atwood y Mora de Retana, 1999) reconocen que *S. picta* es una denominación taxonómica que se le puede aplicar a varias especies, con diferentes patrones de color, donde *S. costaricensis* es el ejemplo más destacado, ya que la especie denominada *S. guatemalensis* difiere en el patrón de colores de las flores, que son completamente amarillas.

Recientemente, con la aceptación de un concepto de *Oncidium* amplio, *S. costaricensis* pasa a denominarse taxonómicamente *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams (Chase et al., 2008).



Figura 4. *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams.

Esta orquídea crece en bosques húmedos de clima templado, entre los 800 y 1500 msnm (Atwood y Mora de Retana, 1999; Behor y Tinschert, 1998). Es una hierba perenne, epífita, de raíces delgadas (1-1.7 mm de grosor) y rizoma corto. Se encuentra fundamentalmente en las ramas delgadas del dosel, comportándose como epífitas de ramilla, aparentemente se desarrolla mejor en lugares ventosos, probablemente son plantas de vida corta, tienen crecimiento simpodial y puede llegar a tolerar cierto grado de disturbio (Soto-Arenas y Solano-Gómez, 2007). Sus plantas son relativamente pequeñas, con pseudobulbos ovado-elípticos y comprimidos lateralmente (Pupulin et al., 2008). Tiene inflorescencias laterales y flores amarillas con manchas marronas en sépalos, pétalos y labelo (Atwood y Mora de Retana, 1999; Behor y Tinschert, 1998),

caracterizadas por una columna delgada y arqueada, generalmente sin alas, con un rostellum largo y atenuado y la presencia de elaiophoros conspicuos y abiertos en la base de la columna (Pupulin et al., 2008). Estas flores se encuentran dispuestas a lo largo del pedúnculo (Behor y Tinschert, 1998). Las cápsulas son elipsoidales, de 1-1.5 cm de largo y un pedicelo de 3-4 mm (Atwood y Mora de Retana, 1999).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Sitios de estudio

4.1.1. Caracterización

Los cafetales seleccionados en los ejidos Fracción Montecristo (FM) y Benito Juárez El Plan (BJ), municipio de Cacahoatán, Chiapas, fueron georreferenciados y caracterizados de forma general tomando en cuenta aspectos tales como: altitud sobre el nivel del mar (msnm), densidad y diversidad de especies de árboles de sombra, densidad y variedad de cafetos, edad del cafetal, temperatura y humedad relativa. Los datos climáticos se midieron a medio día (12:00 meridiano) durante los muestreos en el campo. También se incluye en la caracterización aspectos referentes al manejo del cafetal (limpia de malezas, poda, uso de agroquímicos).

4.2. Metodologías aplicadas y datos obtenidos

4.2.1. Parcelas experimentales

Mediante muestreos previos a la investigación se determinaron los sitios con mayor número de ejemplares de *O. poikilostalix* en ambos lugares. En estos sitios se trazaron un total de seis parcelas, tres en cada uno de los dos cafetales analizados, en FM y BJ. Estas parcelas fueron de 625 m² (25 x 25 m) e incluyeron la mayor parte de los individuos presentes, haciendo la muestra muy representativa de las poblaciones.

Cada parcela fue identificada con un número y a su vez dentro de cada una de ellas se identificó cada cafeto con un número único (Figura 5).



Figura 5. Cafeto numerado con un número único en su parcela.

4.2.2. Determinación de altura y DBH de los cafetos y árboles de sombra

En cada parcela, la altura de todos los cafetos y árboles de sombra se estimó comparativamente, empleando una vara recta de madera, de 4 m de largo, graduada a intervalos de 50 cm (Figura 6).

El DBH se determinó midiendo todos los cafetos y árboles de sombra a 1.30 m de altura. Se estandarizó a esta altura por estar considerado el DBH como una medida dasométrica que se debe obtener midiendo la planta en cuestión a la altura del pecho (Sarmiento, 2001).



Figura 6. Vara graduada.

4.2.3. Micrositios de los cafetos y de los árboles de sombra (Zonación vertical)

En un análisis realizado en bosques húmedos de África occidental, Johansson, (1974) propuso una zonación forofítica que contempla cinco zonas:

Zona 1: Desde la base del tronco hasta los 3 m de altura.

Zona 2: El resto del tronco desde los 3 m hasta el nacimiento de las primeras ramas.

Zona 3: El primer tercio (basal) del largo de las ramas.

Zona 4: El tercio medio del largo de las ramas.

Zona 5: El último tercio o exterior del largo de las ramas.

Esta propuesta de Johansson, (1974) es muy acertada pues sintetiza las principales correlaciones que se han detectado en la distribución vertical de epífitas vasculares en diferentes estudios, pero siempre aplicada a hábitats naturales de bosques húmedos, principalmente de zonas montañosas, que permiten por las alturas de sus árboles, obtener esas zonas a lo largo de la estructura vertical de los mismos (Ferro, 2003).

Sin embargo, en el caso específico de las áreas estudiadas, no obstante encontrarse en el piso altitudinal correspondiente a bosque mesófilo de montaña, que se caracteriza por un dosel que oscila entre los 20 y 30 m, con árboles emergentes que alcanzan los 40 m de altura (González-García, 2008), es prácticamente imposible encontrar la zonificación propuesta de Johansson, (1974), pues son sistemas artificiales de cultivo con algunos árboles nativos o introducidos. La antropización y la sustitución del bosque original por plantaciones de café, han modificado el estrato arbóreo en la zona.

Teniendo en cuenta las características fisiológicas de los cafetos y las características ecológicas de la especie de orquídea analizada, se elaboró un sistema de zonificación propio para las plantas de café, empleando como guía la zonificación de Johansson, (1974). Para determinar estas zonas también se tuvo en cuenta las diferencias que existen entre ellas, en cuanto a características ecológicas.

Se dividieron los cafetos en cuatro micrositios (Zonación vertical) (Figura 7):

Zona 1 (tronco): Desde la base del café hasta el nacimiento de las ramas primarias (área más gruesa de la planta, generalmente presenta alta rugosidad en su corteza, baja iluminación, humedad más elevada, menor circulación de aire y abundancia de musgos y líquenes).

Zona 2 (horquetas): Intersección de las ramas a diferentes alturas (se pueden localizar en diferentes estratos del café, de la zona 1 hacia arriba, según el tamaño que tengan y la altura a la que se encuentren varían sus condiciones de iluminación, humedad, presencia de musgos y líquenes y acumulación de materia orgánica).

Zona 3 (ramas): Ramas gruesas, a partir de la ramificación primaria (generalmente se encuentran en el área intermedia del café, pueden tener una longitud y un diámetro variable, pero este último siempre tiene que ser superior a 3 cm, regularmente presenta

corteza semirrugosa, puede tener musgos y líquenes y presenta condiciones intermedias de iluminación, humedad y circulación de aire) .

Zona 4 (ramillas): Ramas delgadas (generalmente no presenta una distribución escalonada, pudiéndoseles encontrar desde el tronco hasta la parte superior del cafeto, donde son más abundantes, su longitud y diámetro es variable, pero este último siempre tiene que ser inferior a 3 cm, regularmente presenta una corteza semilisa, poca cantidad de musgos y líquenes y una iluminación, humedad y circulación de aire altas).

Las características fisonómicas de los cafetos, no son naturales, son inducidas por las actividades de manejo, que van modificando la estructura de la planta, en función de una mayor productividad y comodidad de los campesinos.

En cada cafeto se midió el largo de la Zona 1 y de la Zona 3, además de contabilizar cada Zona 2. También se determinó el DBH (diámetro a 1.30 m) de cada cafeto y el número de orquídeas de cada estadio de vida presentes en cada una de sus unidades ecológicas.

En el caso de los árboles de sombra también fue necesario elaborar una zonificación específica basada en la zonificación de Johansson, (1974).

Se dividieron los árboles de sombra en tres micrositos (Zonación vertical) (Figura 8):

Zona 1 (tronco): Desde la base del árbol hasta el nacimiento de las ramas primarias (área más gruesa del árbol, generalmente presenta alta rugosidad en su corteza aunque esto también depende de la especie, menor iluminación que las Zonas 2 y la Zona 3, humedad más elevada, menor circulación de aire, abundancia de musgos y líquenes, aunque puede influir la especie de árbol en este factor).

Zona 2 (horquetas): Intersección de las ramas. Particularmente las ramas primarias, pueden tener más horquetas, pero depende del manejo y la especie de árbol (según el tamaño que tengan, la altura a la que se encuentren y la especie de árbol, varían sus condiciones de iluminación, humedad, presencia de musgos y líquenes y acumulación de materia orgánica).

Zona 3 (ramas): Ramas gruesas (estas son podadas regularmente en su parte superior con fines de manejo del cafetal, por lo que generalmente solo se pueden encontrar orquídeas en su parte inferior que presenta una corteza de semirrugosa a rugosa, con musgos y líquenes e iluminación, humedad y circulación de aire intermedias, aunque en estos factores la especie de árbol puede tener gran importancia).

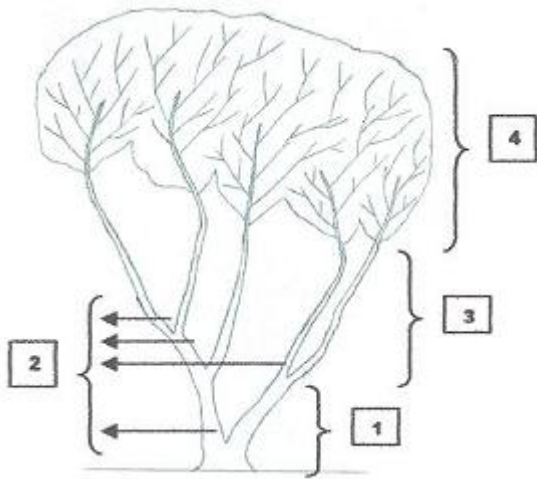


Figura 7. Micrositios de los cafetos (Zonación vertical): 1) Tronco, 2) Horquetas, 3) Ramas, 4) Ramillas.

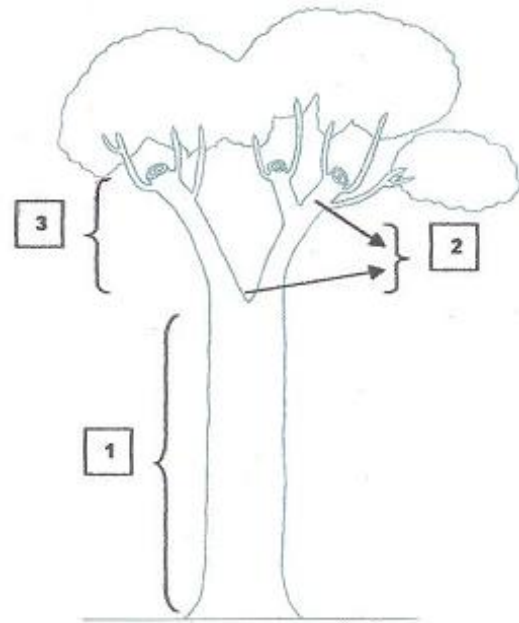


Figura 8. Micrositios de los árboles de sombra (Zonación vertical): 1) Tronco, 2) Horquetas, 3) Ramas.

4.2.4. Estadíos de vida

Las plantas de *O. poikilostalix*, se clasificaron en tres estadíos de vida fundamentales:

- ❖ Plántula: Etapa posterior a la germinación, donde la planta de orquídea tiene sus estructuras bien diferenciadas, aunque aún es pequeña (2 mm a 2 cm).
- ❖ Planta juvenil: Planta de orquídea con más de 2 cm de largo, que aún no ha tenido su primera floración.
- ❖ Planta adulta: Todas las plantas de orquídea que ya hayan tenido una o más floraciones.

4.2.5. Tasa de polinización

Para este aspecto se tuvieron en cuenta los datos de floración de los años 2008 y 2009.

Se contabilizaron todas las flores producidas por cuadrante y el número de cápsulas derivadas. De estos datos se calculó el porcentaje de polinización, empleando la siguiente formula:

$$(\text{número de cápsulas obtenidas} \times 100) / \text{total de flores producidas}$$

4.2.6. Lluvia de semillas

Fueron empleadas tres cápsulas de *O. poikilostalix*, comparativamente una de tamaño pequeño, una mediana y una grande.

Las cápsulas se llevaron al laboratorio donde fueron medidas a lo largo y a lo ancho, obteniéndose un promedio de estos aspectos. Posteriormente se extrajo el contenido total de semillas, se pesó y se separaron 200 semillas, las que también fueron pesadas, de esta forma, comparando el peso, se determinó la cantidad aproximada de semillas de cada cápsula, lo que permitió sacar un promedio de semillas por cápsula que produce la especie. Con el conteo de frutos amarrados, se calculó la producción de semillas total y por cuadrante (lluvia de semillas) en los años 2008 y 2009.

Las cápsulas con daños mecánicos se contabilizaron aparte, obteniéndose promedios de semillas pérdidas totales y por cuadrante, durante los años 2008 y 2009.

4.2.7. Caracterización morfológica de las semillas

Se emplearon semillas secas de *O. poikilostalix*, las cuales se dispersaron sobre una cinta de carbón conductivo de doble fragmento. Posteriormente se cubrieron con una capa de Au-Pt de aproximadamente 20 nm, utilizando un Depositador de Metal (oro-paladio) marca DENTON VACCUM, modelo DESK II. Las semillas fueron observadas con un Microscopio Electrónico de Barrido marca TOPCON, modelo SM-510, a 10 kv de voltaje de aceleración.

Para tomar las fotos empleadas en la caracterización y hacer las mediciones necesarias, se utilizó el programa de adquisición y procesamiento de imágenes Orión 6.5.

4.2.8. Tinción de raíces para ver presencia de hongos micorrícicos

Se seleccionaron al asar tres plantas de orquídea, en cada una de las dos áreas de estudio. Estas tres plantas de cada sitio, se obtuvieron de un micrositio diferente en cada caso, excepto las horquetas, dada la poca presencia de *O. poikilostalix* en este micrositio. Finalmente fueron analizadas las raíces de dos plantas de *O. poikilostalix* de tronco, dos de rama y dos de ramilla. En FM los ejemplares se obtuvieron en las Parcelas 1 y 2. En BJ, se obtuvieron en las Parcelas 4 y 6. Estas orquídeas que se emplearon para obtener las raíces, se trasladaron del campo al laboratorio en recipientes de plástico, sellados y etiquetados.

Para facilitar la observación de las estructuras hifales y los pelotones típicos de la asociación entre hongos y orquídeas y corroborar la presencia de hongos simbioses en las raíces de esta orquídea, se realizó una tinción de las raíces utilizando dos colorantes diferentes: Azul de Tripano al 0.5% y Fucsina Ácida al 1%.

Primeramente se eliminó cuidadosamente la corteza adherida a las raíces para luego ser lavadas con agua corriente y ser seccionadas transversalmente en secciones de 1 cm aproximadamente y estas a su vez abiertas longitudinalmente, para facilitar la observación al microscopio, luego de concluir todo el proceso de tinción.

Posteriormente se les agregó a las raíces KOH al 10% hasta cubrirlas y se sometieron a una presión de 10 lb x 10 min, con el fin de decolorarlas. Después nuevamente fueron lavadas las raíces con agua corriente y se les agregó peróxido de hidrógeno alcalino durante 20 min en estado de agitación y se volvieron a lavar con agua corriente. Luego se les agregó HCL al 1% x 4 min y posteriormente se eliminó el HCL decantando, no lavando, se adicionaron cada uno de los colorantes por separado, hasta cubrir las raíces y se dejaron actuar durante 10 min a una presión de 10 lb. Seguidamente se eliminó el exceso de colorante lavando las raíces con agua corriente y se agregó Acetoglicerol hasta cubrirlas (Kormanik y Mcgraw, 1982). Finalmente las secciones de raíces tratadas fueron montadas en porta objetos y selladas, para su observación.

4.2.9. Aislamiento de hongos

Para determinar los posibles hongos micorrícicos asociados con *O. poikilostalix*, se emplearon muestras de corteza de 9 cm² (3 x 3 cm), que tuvieran presencia de orquídeas.

Para obtener las muestras se seleccionaron cafetos que tuvieran presencia de plántulas (preferentemente las de menor tamaño dentro del rango). Se colectaron nueve muestras en FM y ocho en BJ, dos en cada uno de los micrositos del cafeto, excepto horquetas, en cada uno de los dos sitios y una muestra de tronco en un árbol de sombra en FM, que tenía abundancia de plántulas de *O. poikilostalix*.

Para colectar las muestras se extrajo la porción de corteza demarcada por los cuadrantes y en el caso particular de las ramillas, se recogió una cantidad suficiente que cubriera esta misma área.

Estas muestras fueron se llevaron al laboratorio, donde se separaron las plántulas de la corteza, posteriormente se selecciono una raicilla, que fue dividida en tres secciones (sección apical, sección central y sección basal). Estas secciones fueron sembradas en una placa Petri con PDA (papa-agar-destroza) como medio de cultivo, empleando una campana de flujo laminar, luego de lo cual se pusieron a incubar a 30°C. Antes de ser sembradas las muestras fueron desinfectadas con cloro al 2% x 1 min, agua destilada estéril, peróxido de hidrógeno al 3% x 1 min y nuevamente agua destilada estéril (Molina y Palmer, 1982).

De cada punto de crecimiento de micelio saliente de los trozos de tejido vegetal en el medio de cultivo, se realizaron montajes en portaobjetos para análisis preliminar y resiembra en nuevas placas de Petri para el aislamiento. El procedimiento anterior se realizó tantas veces como fue necesario hasta obtener cultivos puros y proceder a la realización de montajes en portaobjetos para identificación y realización de micro cultivos.

4.2.10. Preparación de montajes en portaobjetos

Con una aguja de disección se tomó una pequeña porción de micelio de cada aislado de hongo y se colocó sobre una gota de azul de lactofenol en un portaobjetos, posteriormente se colocó un cubreobjetos y se fijó con laca transparente aplicada sobre el borde (Hernández y Ortigoza, 1994). Las muestras fueron visualizadas en

microscopio e identificadas por morfología hasta donde fue posible, considerando las cartas de referencia micológica de Noyd, (2000).

4.2.11. Preparación de microcultivos fúngicos

La técnica de microcultivo (o de Ridell) se realizó sembrando una pequeña porción de micelio de cada aislado en un pequeño trozo de agar PDA; las dimensiones de dicho cuadro de microcultivo fueron de aproximadamente 0.5 cm de lado y 3 mm de espesor.

Luego de cortar este microcubo, se inoculó por picadura en cada uno de las cuatro caras del cubo y se adhirió a un portaobjetos presionándolo con un cubreobjetos; la inoculación y el adherimiento se realizaron sobre un asa de vidrio V dentro de una caja Petri que contenía una solución de glicerol al 10%. Este micro cultivo se incubó durante 48 horas a 28°C (Hernández y Ortigoza, 1994). La finalidad de esta técnica es observar el crecimiento de las hifas en busca de nutrientes y poder observar las estructuras de reproducción del hongo para facilitar su identificación morfológica.

Una vez crecido el micelio, fue retirado el microcubo de agar y tanto el cubreobjetos como el portaobjetos fueron utilizados para realizar visualizaciones al microscopio para la identificación.

4.3. Programas y análisis estadísticos empleados

Se utilizaron los programas SAS (versión 5.1.2600) y Minitab (versión 15.1.30.0) para analizar los datos, que incluyó análisis de varianza (ANOVA), pruebas de Kruskal-Wallis y pruebas de bondad de ajuste Chi-cuadrado. También, mediante Análisis de Componentes Principales y Análisis Discriminante, se compararon las diferencias entre las parcelas para cada tipo de forofito y empleando Regresión Loglineal, se pudo apreciar la relación y asociación entre diferentes variables cualitativas, tanto en el caso de los cafetos como en el de los árboles de sombra.

El Análisis de Componentes Principales es una técnica estadística de síntesis de la información o reducción de la dimensión (número de variables). Ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. Los nuevos componentes principales o factores

serán una combinación lineal de las variables originales y además serán independientes entre sí (Johnson, 2000; Terrádez, 2000). Por otra parte, el Análisis Discriminante es una técnica multivariante cuya finalidad es determinar si existen diferencias significativas entre grupos de objetos respecto a un conjunto de variables medidas sobre los mismos para, en el caso de que existan, explicar en qué sentido se dan y proporcionar procedimientos de clasificación sistemática de nuevas observaciones de origen desconocido en uno de los grupos analizados (Figueras, 2000).

La Regresión Loglineal, permite estudiar la asociación entre un conjunto de variables cualitativas. Es esencialmente un modelo de regresión lineal múltiple entre las variables cualitativas y el logaritmo neperiano de la frecuencia de los datos referenciales (Piol, 2003).

4.4. Instrumentos y materiales empleados

4.4.1. Para el trabajo en el campo

- GPS: Permitió georreferenciar cada localidad de estudio (FM y BJ).
- Medidor integral de temperatura y humedad relativa: Posibilitó obtener los valores de estos parámetros ambientales en cada localidad.
- Vara graduada: Empleada para estimar la altura de los forofitos.
- Cinta métrica: Permitió medir el DBH y otras medidas pequeñas.
- Binoculares: Empleado en la localización de plantas en las horquetas y zonas más elevadas, fundamentalmente de los árboles de sombra.
- Pinzas de laboratorio, estilete y tijeras de jardinero: Para la obtención de las muestras de 9 cm².
- Frascos plásticos: Para la recolección y transporte de las muestras de 9 cm².
- Cámara digital: Permitió tomar todas las fotos necesarias para el apoyo y mejor comprensión de la investigación.

4.4.2. Para el trabajo en el laboratorio

- Microscopio electrónico: Para la caracterización de las semillas de *O. poikilostalix*.
- Microscopio estereoscopio y microscopio compuesto: Imprescindibles para la identificación morfológica de los hongos y el conteo de las semillas de *O. poikilostalix*.
- Vernier: Empleado para obtener las medidas de largo y ancho en las cápsulas de *O. poikilostalix*.
- Pinzas de laboratorio y bisturí: Empleados para el trabajo con las cápsulas de *O. poikilostalix*.
- Balanza: Se empleó en el pesaje de las semillas de *O. poikilostalix*.
- Reactivos, medios de cultivo, colorantes, etc.: Se utilizaron en los diferentes análisis con los hongos micorrícicos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Aspectos generales de los dos cafetales estudiados

5.1.1. Ejido Fracción Montecristo (FM)

En este sitio se ubican las Parcelas 1, 2 y 3, de 625 m² cada una, equivalente a 0.0625 ha. Sumando el área de las tres parcelas se cubriría un área total de 1875 m², equivalente a 0.1875 ha.

Los cafetales seleccionados en esta localidad se encuentran muy próximos entre si y a altitudes que oscilan entre 1403 y 1420 msnm (Tabla 1).

Tabla 1. Localización y altura de las tres parcelas de Fracción Montecristo, cada una de 625 m² (0.0625 ha).

Parcela	Coordenadas	Altitud (msnm)
1	Lat. 15° 5' 29.8" Long. 92° 9' 59.1"	1403
2	Lat. 15° 5' 31.5" Long. 92° 9' 57.9"	1409
3	Lat. 15° 5' 32.2" Long. 92° 9' 57.5"	1420

Las lluvias aproximadamente comienzan en junio y duran hasta noviembre, cuando inicia la época de seca, que se extiende de diciembre a mayo. Este aspecto influye en los valores de temperatura y humedad relativa, que generalmente son inversamente proporcionales. El valor de temperatura más alto registrado fue de 30.2°C en octubre de 2009 y el más bajo de 21.5°C en febrero de 2009 (Figura 9). La mayor humedad relativa fue de 96.8% en septiembre de 2009 y la menor de 44% en febrero de 2009 (Figura 9).

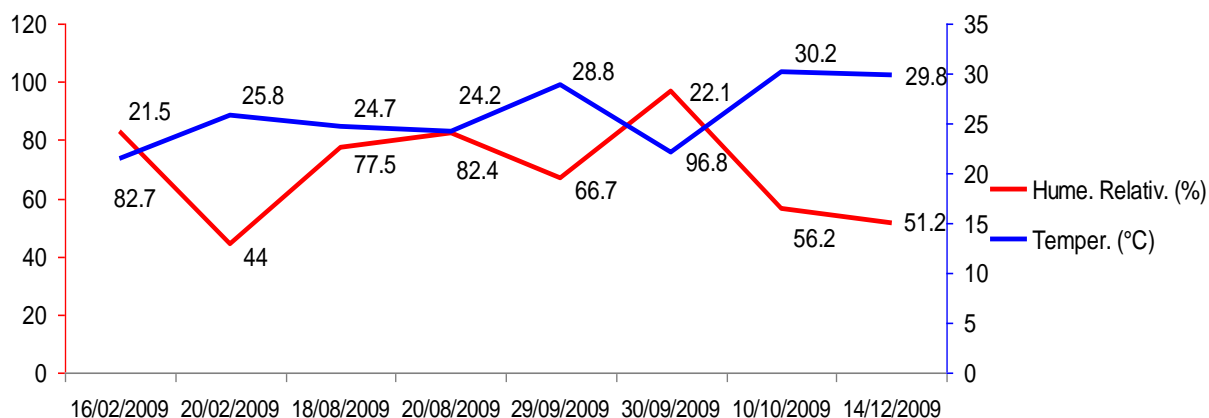


Figura 9. Valores de temperatura (°C) y humedad relativa (%) obtenidos en Fracción Montecristo.

Los cafetos son de la especie *Coffea arabica* L. y tienen aproximadamente 15 años de plantados. En las parcelas también es posible encontrar diferentes árboles para el sombreado de la plantación (Tabla 2).

Tabla 2. Árboles de sombra encontrados en las tres parcelas de Fracción Montecristo, cada una de 625 m² (0.0625 ha).

Familia	Especie	Nombre común	Parcelas donde se encuentra	No. individuos	No. árboles en 1 ha
Mimosoideae	<i>Inga</i> sp.	Chalum	1, 2, 3	27	144
Meliaceae	<i>Cedrela mexicana</i> Roem.	Cedro	1	2	10.66
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	Limón	2, 3	2	10.66
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	Tepemixtle	1	4	21.33
Total				35	186.66

En estos cafetales no se aplica ningún tipo de agroquímico. Las acciones de manejo se limitan a dos limpiezas de malezas y una poda ligera por año, nunca han sido desmusgados (retirar musgos y líquenes de ramas y tronco). Las escasas acciones de manejo y la no aplicación de agroquímicos, no se dan por un interés ecológico consiente, si no por la falta de dinero para invertir en el cultivo y por el bajo precio que obtienen los productores por el grano, lo que no los motiva a invertir tiempo, dinero o trabajo extra, cosechando lo que produce la plantación de esta forma.

5.1.2. Ejido Benito Juárez El Plan (BJ)

En este sitio se ubican las Parcelas 4, 5 y 6, de 625 m² cada una, equivalente a 0.0625 ha. Sumando un área total de 1875 m², es decir 0.1875 ha.

Los cafetales seleccionados en este sitio se encuentran muy próximos entre si y a altitudes que oscilan entre 1434 y 1450 msnm (Tabla 3).

Tabla 3. Localización y altitud de las tres parcelas de Benito Juárez El Plan, cada una de 625 m² (0.0625 ha).

Parcela	Coordenadas	Altitud (msnm)
4	Lat. 15° 5' 15.0" Long. 92° 8' 55.0"	1434
5	Lat. 15° 5' 15.5" Long. 92° 8' 53.8"	1450
6	Lat. 15° 5' 16.4" Long. 92° 8' 55.0"	1438

La plantación tiene aproximadamente 20 años y los cafetos pertenecen a la especie *Coffea arabica* L.

En las parcelas de esta localidad se encontraron cinco especies de árboles de sombra y solo dos coinciden con las especies halladas en FM (Tabla 4).

Tabla 4. Árboles de sombra encontrados en las tres parcelas de Benito Juárez El Plan, cada una de 625 m² (0.0625 ha).

Familia	Especie	Nombre común	Parcelas donde se encuentra	No. de individuos	No. de árboles en 1 ha
Mimosoideae	<i>Inga</i> sp.	Chalum	4, 5, 6	31	165.33
Mimosoideae	<i>Inga lauriana</i> (Sw.) Willd.	Caspirol	5	2	10.66
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> Blume	Capulin	4	1	5.33
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	Limón	6	2	10.66
Asteraceae	<i>Vernonia deppeana</i> Less.	Siquinay	6	2	10.66
Total				38	202.66

El valor de temperatura más alto registrado fue de 29.5°C en diciembre de 2009 y el más bajo de 23.2°C en abril de 2009 (Figura 10). La mayor humedad relativa fue de 77.2% en abril de 2009 y la menor de 46.4% en febrero de 2009 (Figura 10).

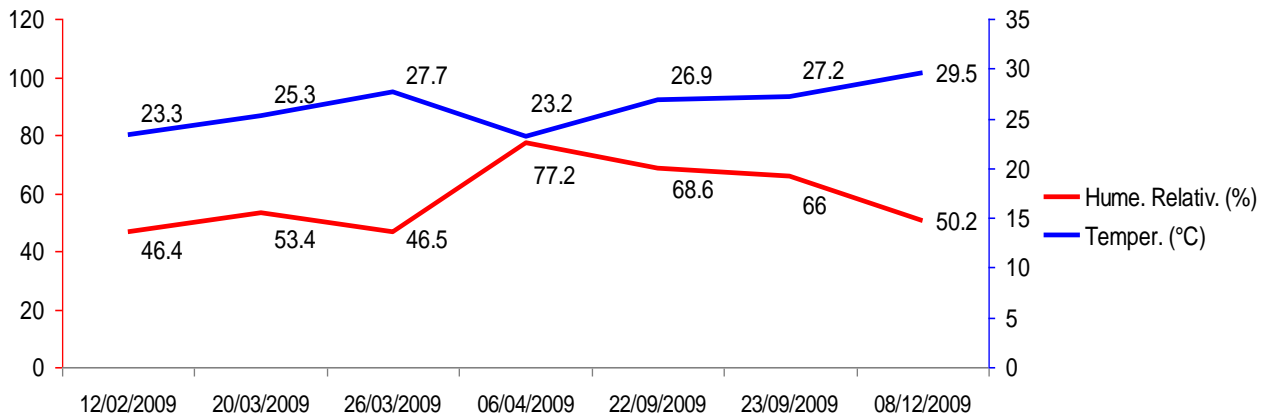


Figura 10. Valores de temperatura (°C) y humedad relativa (%) obtenidos en Benito Juárez El Plan.

En estos cafetales tampoco se aplican agroquímicos y solo se realizan dos limpiezas de malezas y una poda ligera por año, nunca han sido desmugados. Al igual que en FM, las escasas acciones de manejo y la no aplicación de agroquímicos, no están motivadas por una conciencia ecológica de los productores, sino que está vinculada a la falta de dinero y al bajo precio del grano, cosechándose solo lo que produce la plantación, sin dedicarle muchos recursos o tiempo de trabajo.

5.2. Resultados por parcelas y sitio

5.2.1. Densidad de cafetos y árboles de sombra

La densidad de los forofitos actuales y potenciales es un aspecto que puede tener gran influencia en la penetración o intensidad de luz, en la circulación del aire y en la cantidad de superficie disponible para que las semillas de orquídea germinen y las plántulas, plantas juveniles y plantas adultas sobrevivan y prosperen. Probablemente también la densidad de árboles y cafetos afecta la presencia de hongos y bacterias

micorrízicos, la disponibilidad de polinizadores y la incidencia de herbívoros y de sus enemigos naturales.

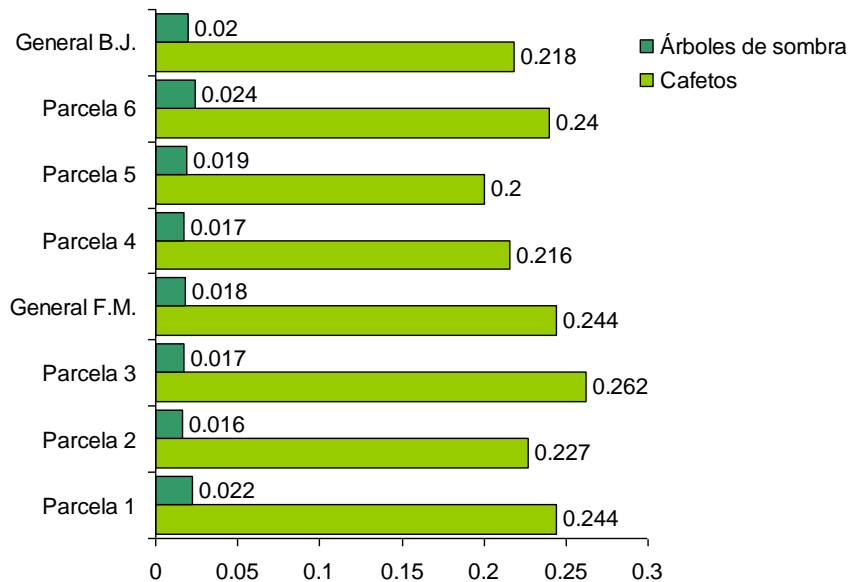
La distribución de los cafetos en las dos plantaciones generalmente sigue un patrón de siembra establecido por marcos de plantación predeterminados, que puede ser variable entre países y regiones. Comúnmente en la siembra del café arábigo, la distancia más empleada es de 2.0 x 2.5 m, lo cual da aproximadamente 2000 cafetos/ha (Anónimo, 2002). Aunque también se aplican otras distancias de siembra, como en algunas plantaciones en los macizos montañosos de la Sierra Maestra y Nipe-Sagua-Baracoa, Cuba, donde los cafetos están plantados a 3.0 x 2.0 m (Valdés, 1997).

Los árboles de sombra por su parte son generalmente especies autóctonas, en algunos casos nacen espontáneamente, en otros son sembrados intencionalmente para el sombreado de la plantación y finalmente algunos son plantados también por su utilidad extra como árboles frutales, en este último caso pueden ser especies nativas o no. Estas tres variantes de los árboles de sombra se encuentran combinadas en los cafetales dando como resultado una distribución que no sigue un patrón ordenado de distribución.

Tanto en FM como en BJ la densidad es bastante homogénea en el caso de los cafetos, manteniéndose en un rango de 0.20 ind/m² en la Parcela 5 a 0.262 ind/m² en la Parcela 3, aunque es ligeramente menor en BJ (Figura 11). Esta homogeneidad se debe al hecho de que el café es un cultivo, por lo que está sometido a reglas y marcos de plantación. En el caso de los árboles de sombra existe una mayor variabilidad, aunque se mantiene en el rango de 0.016 ind/m² en la Parcela 2 y 0.024 ind/m² en la Parcela 6 (Figura 11). Estos valores se obtienen según los árboles y cafetos contabilizados en las seis parcelas (Tabla 5).

Analizando los valores obtenidos por hectárea (ha), tenemos que la densidad de cafetos fue de 2448 cafetos/ha y 2187 cafetos/ha, en FM y BJ respectivamente, semejante a la densidad de las plantaciones tradicionales de café en Colombia, que tienen aproximadamente 2000 cafetos/ha. En contraste, las plantaciones intensivas de este mismo país pueden tener hasta 10 000 cafetos/ha (Gallego, 2005). La densidad de árboles de sombra es más variable, con 187 árboles/ha en FM y 203 árboles/ha en BJ. Estas densidades son similares a la densidad de árboles de sombra en las plantaciones

de café en Veracruz, México, que van desde 193 árboles/ha hasta 220 árboles/ha (Williams-Linera y López-Gómez, 2008). Sin embargo, la densidad de árboles en el bosque mesófilo original es de aproximadamente 638 árboles/ha, con una altura máxima de 22 m (Williams-Linera y López-Gómez, 2008).



No. de cafetos y No. de árboles de sombra x metro cuadrado

Figura 11. Densidad de cafetos y árboles de sombra (m²), en cada una de las seis parcelas de 625 m² (0.0625 ha). Fracción Montecristo (1 a 3) y en Benito Juárez El Plan (4 a 6)

Tabla 5. Cafetos y árboles etiquetados en Fracción Montecristo (1 a 3) y en Benito Juárez El Plan (4 a 6), en cada una de las seis parcelas de 625 m² (0.0625 ha).

Parcela	Número de cafetos	Número de árboles
1	153	14
2	142	10
3	164	11
Total	459	35
4	135	11
5	125	12
6	150	15
Total	410	38

5.2.2. Forofitos

En este trabajo, con el término forofito nos referiremos a los cafetos o árboles de sombra en los que se contabilizó al menos un ejemplar de *O. poikilostalix*. Por tanto, la densidad de los mismos se estimó como el número total de individuos (cafetos o árboles) menos el número de forofitos (cafetos o árboles, según sea el caso) entre el área de estudio (parcela o sitio)

No todos los árboles y cafetos de las seis parcelas estudiadas estaban colonizados por *O. poikilostalix*, por lo que el porcentaje promedio de forofitos fue variable entre las parcelas, así, como el porcentaje teniendo en cuenta cada tipo de planta de manera independiente. Estos porcentajes también tuvieron variaciones entre años (2008 y 2009) (Figuras 12 y 13), debido a los forofitos que se perdieron a causa de la eliminación de las *O. poikilostalix* que los ocupaban (Ver páginas 99 y 100).

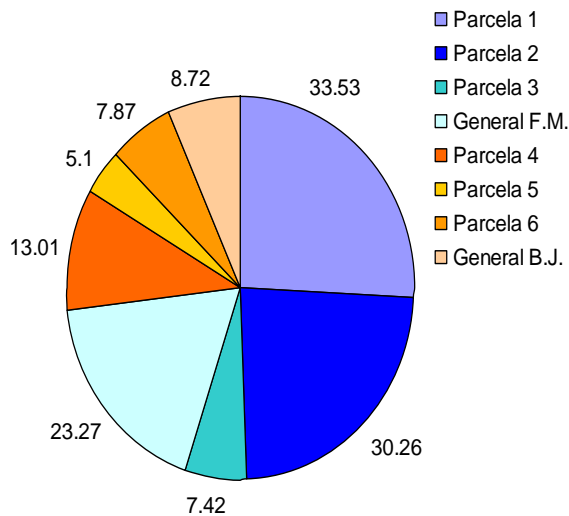


Figura 12. Porcentaje general de forofitos por parcela en Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6). Año 2008.

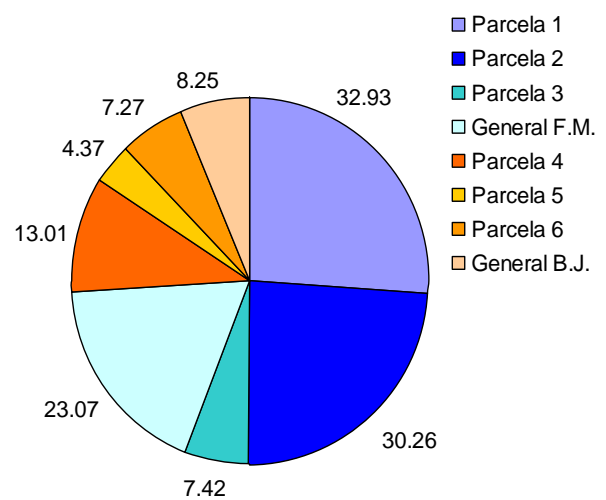


Figura 13. Porcentaje general de forofitos por parcela en Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6). Año 2009.

En 2008, en FM el porcentaje general de ocupación por parcelas fue muy variable, encontrándose los extremos en la Parcela 1, que tuvo un 33.53% de forofitos ocupados y en la Parcela 3 que solo registró un 7.42% de ocupación (Figura 12). En BJ, el

porcentaje general de forofitos también fue diferente para sus tres parcelas en este año, pero la variabilidad entre ellas fue menor, reportándose baja en las tres parcelas (Figura 12).

Analizando en conjunto el número total de forofitos cafeto y de forofitos árboles de sombra de ambos sitios, en 2008, mediante una prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado), es posible apreciar diferencias significativas entre los dos tipos de forofito ($\chi^2= 123.662$; g.l.=1; $P= 9.98887e-29$). Esta diferencia se mantiene al analizar independientemente, FM ($\chi^2= 92.252$; g.l.= 1; $P= 7.6313e-22$) y BJ ($\chi^2= 31.410$; g.l.= 1; $P= 2.089e-08$). Claramente se observa una mayor frecuencia de *O. poikilostalix* ocupando cafetos, aunque se puede encontrar ocupando árboles de sombra (Tabla 6). También, según la prueba Chi-cuadrado que se les aplicó, se aprecian diferencias significativas en el número total de forofitos entre FM y BJ ($\chi^2= 37.506$; g.l.= 1; $P= 9.11322e-10$). No obstante, se mantiene en ambos sitios la tendencia de mayor frecuencia de orquídeas en cafetos (Tabla 6).

En 2009, en FM el porcentaje general de ocupación por parcelas también fue muy variable, encontrándose los extremos nuevamente en la Parcela 1, en la que no obstante, los forofitos ocupados se redujeron al 32.93% y en la Parcela 3 que mantuvo un 7.42% de ocupación (Figura 13). En BJ, el porcentaje general de forofitos se mantuvo igual en la Parcela 4, pero disminuyó para las Parcelas 5 y 6 (Figura 13). En la Parcela 5 fue de un 4.37% y en la Parcela 6, de un 7.27% (Figura 13).

Analizando en conjunto el número total de forofitos cafeto y de forofitos árboles de sombra de ambos sitios, en 2009, mediante una prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado), se aprecian diferencias significativas entre los dos tipos de forofito ($\chi^2=127.954$; g.l.=1; $P= 1.14875e-29$). Esta diferencia se mantiene al analizar independientemente, FM ($\chi^2= 91.2632$; g.l.= 1; $P= 1.25778e-21$) y BJ ($\chi^2= 37$; g.l.= 1; $P= 1.18129e-09$). Se mantiene una mayor frecuencia de *O. poikilostalix* ocupando cafetos, aunque se encuentran ocupando árboles de sombra (Tabla 6). En el número total de forofitos entre FM y BJ, también se aprecian diferencias significativas ($\chi^2= 39.2649$; g.l.= 1; $P= 3.70034e-10$). No obstante, se mantiene en ambos sitios la tendencia de mayor frecuencia de orquídeas en cafetos, y en BJ ya no se localiza

ningún ejemplar de *O. poikilostalix* ocupando árboles de sombra en este segundo año (Tabla 6).

Tabla 6. Número de forofitos cafetos y árboles de sombra en Fracción Montecristo (1 a 3) y en Benito Juárez El Plan (4 a 6), en cada una de las seis parcelas de 625 m² (0.0625 ha). Periodos de floración 2008 y 2009.

Parcela	No. forofi. cafetos	No. forofi. árboles	Parcela	No. forofi. cafetos	No. forofi. árboles
2008			2009		
1	54	2	1	53	2
2	44	2	2	44	2
3	11	2	3	11	2
Total	109	6	Total	108	6
4	19	0	4	19	0
5	6	1	5	6	0
6	12	1	6	12	0
Total	37	2	Total	37	0

En 2008, en FM, al comparar las Parcelas 1 y 2, aparentemente se observa que los porcentajes de ocupación son similares tanto para los cafetos, como para los árboles. No obstante, al comparar estas Parcelas (1 y 2) con la Parcela 3 se observa un porcentaje de ocupación menor en los cafetos y un aumento en la ocupación de los árboles (Figura 14). Al analizar las cifras obtenidas en esta Parcela (3), hay que tomar en cuenta el escaso número de orquídeas (Figuras 23 y 27) y de forofitos (Tabla 6) que tiene esta Parcela, tanto de forma general, como para cada tipo de planta. Esto facilita la obtención de datos menos homogéneos, ya que el número de forofitos que entra en el análisis porcentual, es muy bajo.

En BJ, de forma general los porcentajes de ocupación son variables tanto para árboles de sombra como para cafetos (Figura 14), dándose en esta área el mismo fenómeno que en la Parcela 3 de FM.

Es importante señalar que de las cinco especies de árboles de sombra registrados en ambas áreas (Tablas 2 y 4), solo el chalum (*Inga sp.*) fue encontrado como forofito, siendo también la especie de árbol predominante.

En 2009, en FM, los porcentajes de ocupación se mantienen similares al año 2008, excepto en la Parcela 1, donde los forofitos cafetos disminuyen a un 96.37% y los árboles de sombra, aumentan a un 3.63% (Figura 15), debido a la pérdida de un forofito cafeto (Tabla 6). En BJ, para este segundo año se pierden los dos forofitos árboles de sombra con los que contaba el sitio (Tabla 6), por lo que el 100% de las *O. poikilostalix* se encuentran ocupando cafetos (Figura 15).

El chalum (*Inga sp.*) se mantiene como única especie de árbol ocupada por *O. poikilostalix*.

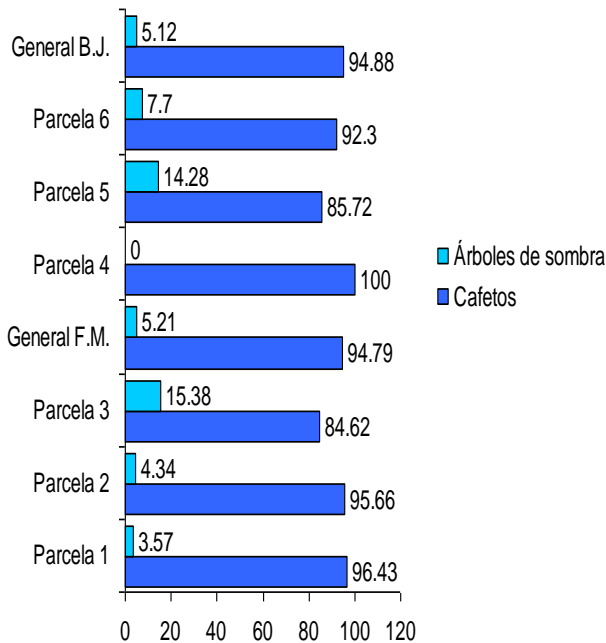


Figura 14. Porcentaje de forofitos cafetos y forofitos árboles de sombra, por parcela, Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6). Año 2008.

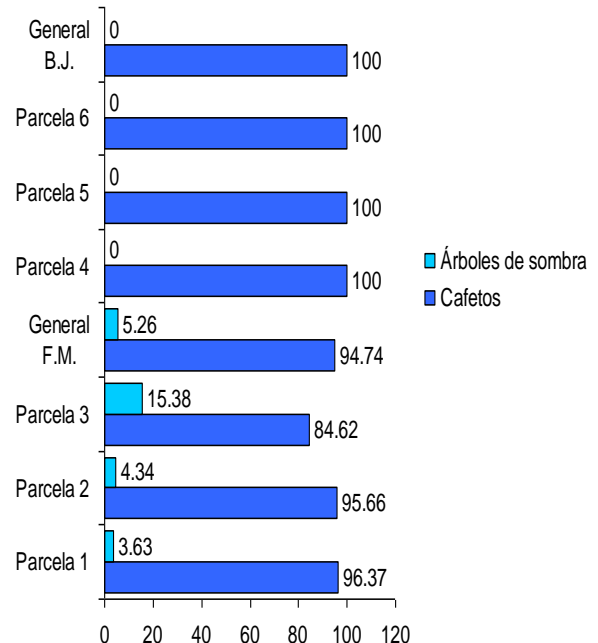


Figura 15. Porcentaje de forofitos cafetos y forofitos árboles de sombra, por parcela, Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6). Año 2009.

5.2.3. Altura y DBH de cafetos y árboles de sombra

En FM la mayor altura promedio de los cafetos fue en la Parcela 1 y para los árboles de sombra fue en la Parcela 3, mientras que en BJ, para los cafetos fue en la Parcela 6 y para los árboles en la Parcela 5 (Figura 16).

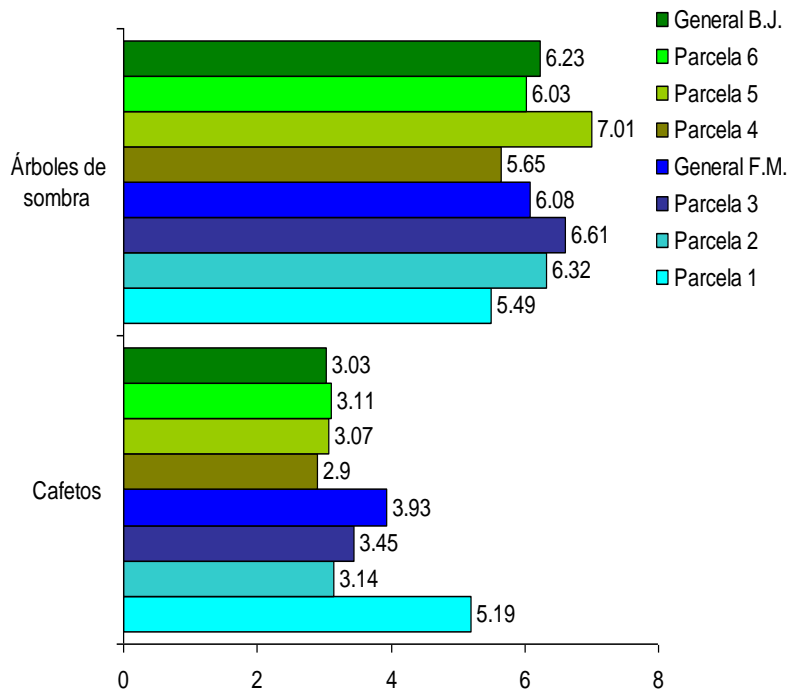


Figura 16. Altura promedio (m) de las plantas en Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6), en cada una de las seis parcelas de 625 m² (0.0625 ha).

Estos promedios se obtuvieron con valores de altura que oscilaron entre 0.6 m y 5.2 m en el caso del café y de 1.4 m y 12 m en el caso de los árboles de sombra, para ambos sitios (Tabla 7).

Estadísticamente, mediante la aplicación de un ANOVA de una vía a todos los valores de altura obtenidos, tanto para cafetos como para árboles de sombra, se encontraron diferencias significativas entre los cafetos ($F_c = 5.51$; g.l. = 5; $P = 5.3e-05$), no así para los árboles ($F_c = 1.21$; g.l. = 5; $P = 0.315$). En el caso de los cafetos, los promedios de altura son numéricamente cercanos, pero debido a la poca variabilidad, se obtienen diferencias significativas.

Tabla 7. Valores menores y mayores de altura (m) de las plantas en Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6), en cada una de las seis parcelas de 625 m² (0.0625 ha).

Parcela	Menor altura café	Mayor altura café	Menor altura árbol	Mayor altura árbol
1	0.95	5.2	1.4	9.4
2	0.6	4.6	4.9	7.8
3	0.95	4.9	5	8
4	0.66	4.8	1.8	8.4
5	0.7	4.7	2	12
6	0.87	5.1	3	8.7

El DBH permite relacionar el diámetro de la planta a la altura del pecho, con su potencial longitud vertical y dominancia en incremento lateral (Sarmiento, 2001).

Este aspecto de los forofitos es un indicativo de la edad aproximada de las especies de árboles (Hernández-Rosas, 2000; Benzing, 1990), lo cual puede ser importante en dos sentidos: primero, a mayor superficie mayor área disponible para la colonización, y segundo, las semillas de las especies epífitas tienen mayores probabilidades de hacer contacto con el hospedero (Mujica, 2007). También hay que tener en cuenta que generalmente, la edad influye mucho en la calidad de la superficie de la corteza, en cuanto a las facilidades que le brinda a las epífitas.

Los valores promedios de DBH de los cafetos, son numéricamente cercanos en las seis parcelas, aunque el valor más grande se obtuvo en la Parcela 1 (Figura 17).

Para los árboles de sombra, los valores promedios obtenidos muestran una diferencia numérica entre las seis parcelas, fundamentalmente en la Parcela 2 con respecto a las demás (Figura 17). No obstante, el ANOVA de una vía aplicada a los valores totales de DBH de los árboles de sombra, demuestra que no existen diferencias significativas entre ellos ($F_c = 2.04$; g.l. = 5; $P = 0.084$), mientras que en los cafetos, la prueba de Kruskal-Wallis, demuestra que existen diferencias significativas entre sus valores ($\chi^2 = 13.73$; g.l. = 5; $P = 0.017$). Fue necesario aplicar esta prueba no paramétrica debido a que es cuestionable el supuesto de normalidad de los datos que se utilizaron.

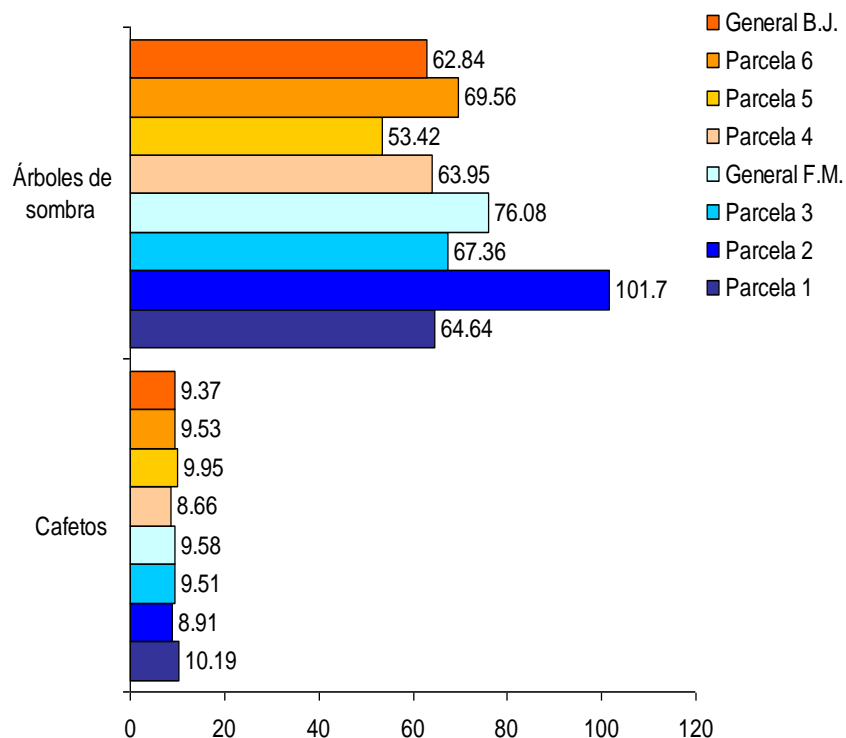


Figura 17. DBH promedio (cm) de las plantas en Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6), en cada una de las seis parcelas de 625 m² (0.0625 ha).

Los valores promedios se obtuvieron de valores específicos de las seis parcelas, que fluctuaron entre 0.5 cm y 27.9 cm en el caso de los cafetos y entre 2.6 cm y 191 cm para los árboles de sombra (Tabla 8).

Tabla 8. Valores menores y mayores de DBH (cm) de las plantas en Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6), en cada una de las seis parcelas de 625 m² (0.0625 ha).

Parcela	Plantas de café sin DBH	Menor DBH café	Mayor DBH café	Menor DBH árbol	Mayor DBH árbol
1	4	3	25	3	138
2	7	3	19	64	158
3	2	3	25	35	100
4	20	3	28	4.05	114
5	20	0.5	22	2.6	97
6	12	1	27.9	10	191

En las seis parcelas se encontraron cafetos a los que no fue posible medirles el DBH, por tener un porte menor a 1.30 m de altura, estos casos se reportan como 0.

5.2.4. Disponibilidad de los diferentes microsítios de los cafetos y de los árboles de sombra

La arquitectura de los forofitos, la estructura de su cobertura, ramificación, tamaño de las hojas, etc., pueden tener una fuerte influencia en la germinación y establecimiento de epífitas (Mujica, 2007).

Teniendo en cuenta que la estructura de la planta es un importante factor para la presencia o no de las epífitas, se determinaron las dimensiones promedio de cada uno de los diferentes microsítios en los que se dividieron los cafetos (tronco, horquetas, ramas y ramillas) y los árboles de sombra (tronco, horquetas y ramas), para obtener un aproximado de la disponibilidad existente de cada uno de estos microsítios, en cada parcela y en general en los dos sitios analizados.

En el caso de los cafetos, dada la estructura irregular y desordenada de la Zona 4 (ramillas), no fue posible cuantificar sus dimensiones eficientemente, por lo que no se reportan datos de su disponibilidad.

En el caso de los cafetos, tanto la Zona 1 (Figura 18), correspondiente al tronco, como la Zona 3 (Figura 20), correspondiente a las ramas, tuvieron sus mayores dimensiones promedios en la Parcela 1, en FM. En el caso de los árboles de sombra, las mayores dimensiones promedios para estas dos Zonas, coincidieron en la Parcela 5, en BJ (Figuras 18 y 20).

La Zona 2 (horquetas) posee condiciones especiales, en el caso de los cafetos, pudiéndosele encontrar a diferentes niveles en la planta. Las horquetas de los diferentes niveles tienen condiciones diferentes en cuanto a la humedad, luminosidad y cantidad de humus que se acumula en ellas, lo que también está en función del tamaño que tengan.

En los cafetos se encontraron plantas sin ninguna horqueta y otras que poseían desde una hasta seis, obteniéndose el promedio más alto en la Parcela 5 y el menor en la Parcela 4 (Figura 19). En el caso de los árboles también se encontraron plantas sin

ninguna horqueta y otras que poseían desde una hasta tres, hallándose el mayor promedio en la Parcela 1 y el menor en la Parcela 6 (Figura 19).

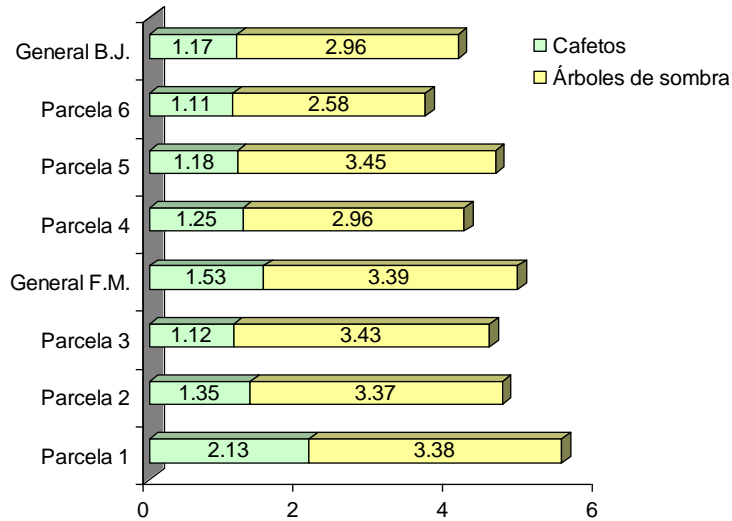


Figura 18. Dimensiones promedio del tronco (Zona 1) (m) en Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6).

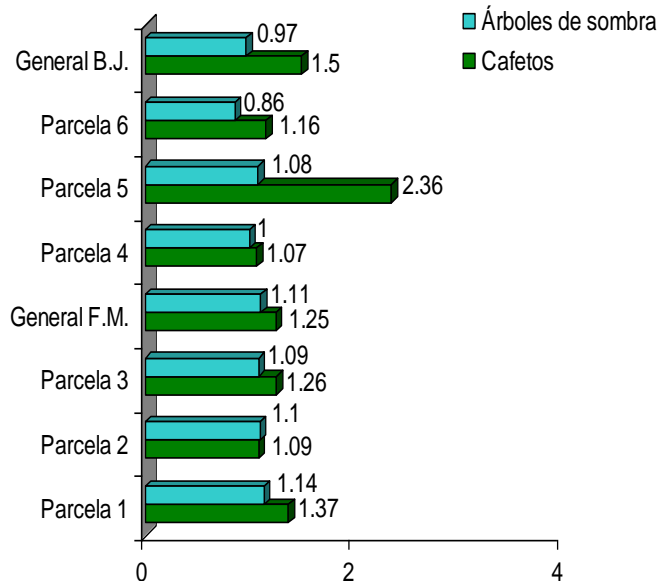


Figura 19. Número promedio de horquetas (Zona 2) en Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6).

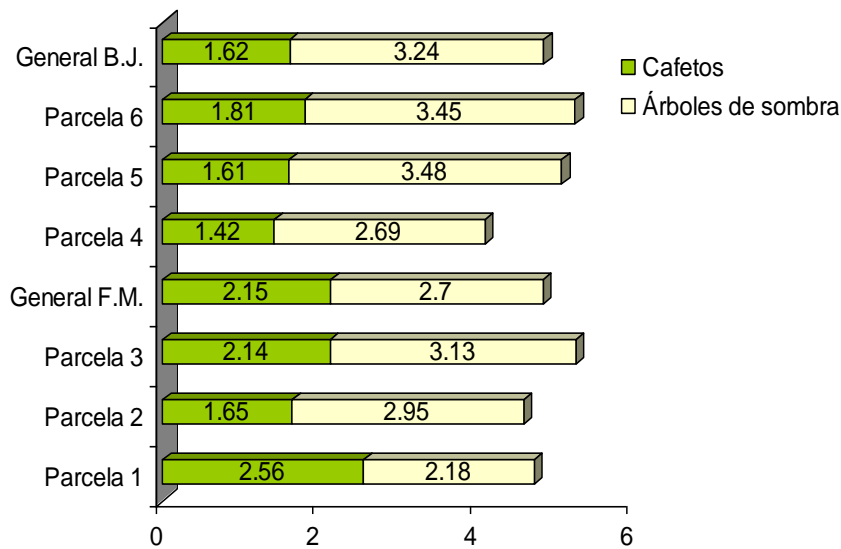


Figura 20. Dimensiones promedio de las ramas (Zona 3) (m) en Fracción Montecristo (Parcelas 1 a 3) y Benito Juárez El Plan (Parcelas 4 a 6).

5.2.5. Número de orquídeas por parcelas y estadio de vida

Durante el año 2008 se recogieron todos los datos referentes a la estructura poblacional por estadios de vida de *O. poikilostalix* en los dos sitios de estudio y tipos de forofito (Tablas 9 y 10). Esto permitió obtener una panorámica general de la distribución en los forofitos y de las preferencias de la especie en estas dos áreas.

En 2008 también se obtuvieron los datos referentes a floración y fructificación, los que fueron enriquecidos con los datos correspondientes a 2009. Durante este último año solo se hizo hincapié en los aspectos reproductivos de *O. poikilostalix*, para poder establecer comparaciones entre ambos periodos y obtener así una idea de las tendencias de crecimiento poblacional de la orquídea. Por esta razón, durante el año 2009, solo se tienen registros del número de *O. poikilostalix* adultas (Tablas 22 y 23), que son la porción reproductora de las poblaciones.

Tabla 9. Distribución de *Oncidium poikilostalix* por parcela (625 m²) y estadios de vida, en cafetos de Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6). Período 2008.

Parcela	Plántulas	Juveniles	Adultas	Total
2008				
1	282	241	239	762
2	60	149	69	278
3	2	9	9	20
General	344	399	317	1060
4	25	35	36	96
5	1	3	4	8
6	37	50	23	110
General	63	88	63	214

Tabla 10. Distribución de *Oncidium poikilostalix* por parcela (625 m²) y estadios de vida, en árboles de sombra de Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6). Período 2008.

Parcela	Plántulas	Juveniles	Adultas	Total
2008				
1	0	0	3	3
2	35	6	15	56
3	0	1	3	4
General	35	7	21	63
4	0	0	0	0
5	0	0	1	1
6	0	10	11	21
General	0	10	12	22

Esta orquídea nunca había sido localizada en México antes de 2008, considerándose relativamente reciente su entrada al país, por lo que sus poblaciones no son muy abundantes y se encuentran actualmente en expansión en el área de estudio.

La región Tacaná-Boquerón permite el paso de especies de la orquideoflora centroamericana y sudamericana hacia el sureste de Chiapas a través de la Sierra Madre (Cruz, 2009). Tanto en el área de estudio, como en la misma zona altitudinal, al

otro lado de la frontera con Guatemala, la vegetación predominante son cafetales con parches de bosque mesófilo intercalados (Behor y Tinschert, 1998). Si se tienen en cuenta además otros aspectos como los vientos en el área, que son predominantes del suroeste en época de lluvia (junio-noviembre) y del sureste en época de seca (diciembre-mayo) (Behor y Tinschert, 1998) y que esta frontera está en línea recta, relativamente cerca de las dos poblaciones de *O. poikilostalix* localizadas en territorio mexicano (9 km a FM y 7 km a BJ), es posible que la especie provenga de Guatemala.

Su llegada pudo ser mediada por el viento como mecanismo de dispersión más probable, dado el pequeño tamaño y peso de las semillas, aunque también es factible la dispersión involuntaria por aves, mediante semillas adheridas a las patas o al plumaje.

La colonización de nuevas áreas por *O. poikilostalix* demuestra la importancia del Corredor Biológico Boquerón-Tacaná, que comparten ambas naciones y que incluye al área analizada. Este Corredor Biológico está incluido dentro de la sección mexicana Sierra Madre del Sur del Corredor Biológico Mesoamericano (CCAD-PNUD/GEF, 2002).

Las condiciones climáticas y las características de la vegetación entre FM y BJ, son muy semejantes, por lo que la diferencia en el número de individuos entre ambas localidades puede deberse probablemente a que están en diferentes niveles de la fase de colonización, más que a diferencias en factores biofísicos como el clima o la altitud. En FM estaría mucho más avanzada, por lo que posiblemente la especie haya llegado primero a este sitio.

Aunque se tienen en cuenta ambas localidades, la población de FM permite un mejor análisis, por ser mayor y estar más establecida, posibilitando la identificación más clara de patrones de comportamiento.

5.2.6. Número de orquídeas por micrositios

Analizando todos los valores numéricos obtenidos en el campo en 2008, aparentemente se aprecia que el número de orquídeas en los diferentes micrositios en los que se dividieron los cafetos y los árboles de sombra, fue muy variable entre las seis Parcelas y los dos sitios. Sin embargo el Modelo Loglineal Jerárquico aplicado a estos datos demuestra que estadísticamente esta diferencia solo es significativa en el caso de los cafetos, no así en el de los árboles de sombra (Tablas 19 y 21).

La población más grande de *O. poikilostalix* se localizó en el ejido FM, con un total de 1123 ejemplares (Figuras 24 y 28) para las tres parcelas marcadas en el mismo, mientras que en el ejido BJ se contabilizó un total de 236 ejemplares para sus tres parcelas (Figuras 29 y 33), apreciándose una notable diferencia numérica en los tamaños poblacionales de ambos sitios.

En FM, en el caso de los cafetos, empleando una prueba de Kruskal-Wallis, debido a que el supuesto de normalidad de los datos es cuestionable, se demuestra que existen diferencias significativas en el número de orquídeas que se encontraron en sus tres parcelas ($\chi^2= 44.23$; g.l.= 2; $P= 2.48644e-10$). Particularmente de la Parcela 1 con respecto a la Parcela 2 y la Parcela 3 (Figura 36 y Tabla 12). El mayor número total de orquídeas se encontró en la Parcela 1, donde también se obtuvo el mayor número de orquídeas en cada una de los cuatro micrositios, hallándose ejemplares en todas ellos en menor o mayor grado, siendo la única parcela de este sitio donde se encontraron orquídeas en horqueta, aunque solo fueron dos ejemplares (Figura 21).

La Parcela 2 fue la segunda en cantidad de orquídeas, aunque con un número de individuos mucho menor que la Parcela 1 y con ejemplares en todos los micrositios menos en las horquetas (Figura 22).

Las cifras de la Parcela 3 fueron las menores, no habiéndose encontrado ningún ejemplar ni en las horquetas ni en las ramillas (Figura 23).

De forma general se obtuvo un total de 1060 *O. poikilostalix* en cafetos, en FM (Figura 24).

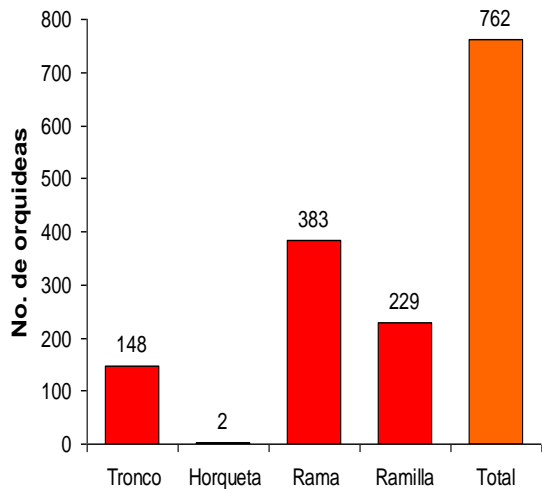


Figura 21. Número de orquídeas por microsítios del cafeto, Parcela 1 (625 m²). Año 2008.

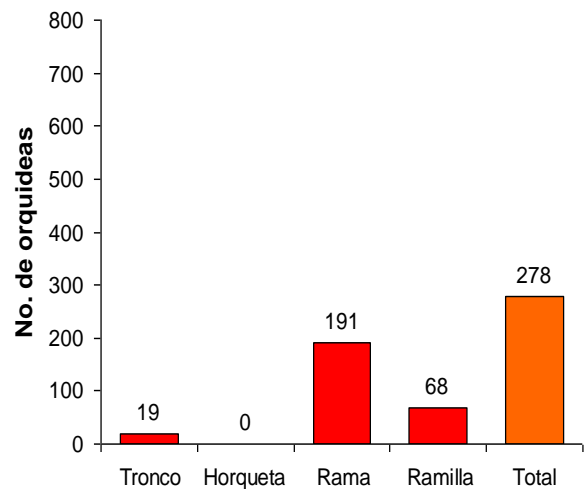


Figura 22. Número de orquídeas por microsítios del cafeto, Parcela 2 (625 m²). Año 2008.

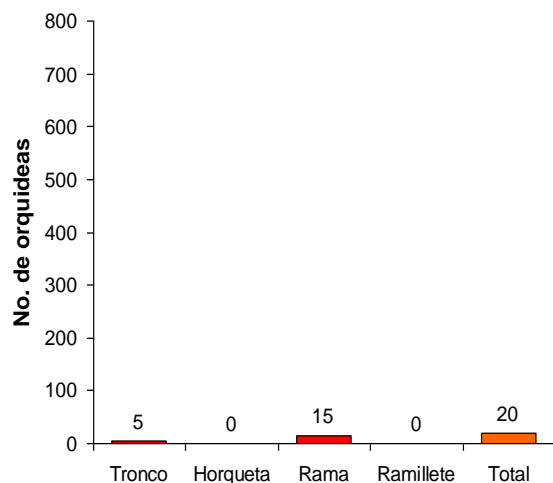


Figura 23. Número de orquídeas por microsítios del cafeto, Parcela 3 (625 m²). Año 2008.

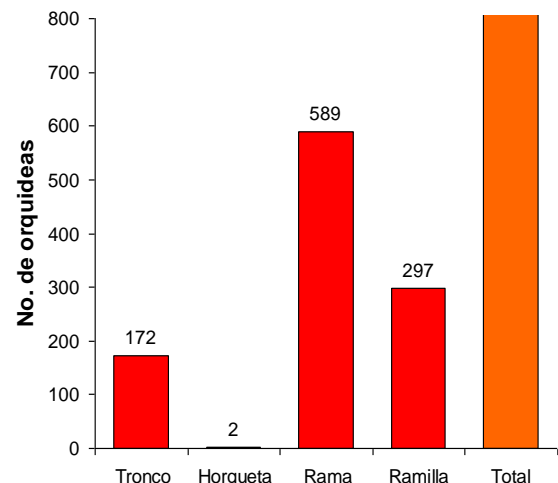


Figura 24. Número de orquídeas por microsítios del cafeto, general Fracción Montecristo (1875 m²). Año 2008.

En el caso de los árboles de sombra de FM, el número total de orquídeas encontrado ocupando este sustrato, fue muy inferior al registrado sobre cafetos (Figura 28).

De los tres microsítios en que se dividieron los árboles, en ninguna de las tres parcelas se hallaron orquídeas ocupando la Zona 2 (horquetas).

En las tres parcelas el número de individuos encontrado se mantuvo por debajo de 10 en todos los microsítios, excepto en la Parcela 2 donde se registró un número

excepcionalmente grande de individuos para los árboles, particularmente en la Zona 1 (tronco), debido al árbol de chalum (*Inga* sp.) etiquetado con el número 116 (52 individuos; T-46, R-6) (Figuras 25, 26 y 27). Esta agregación de orquídeas en el árbol 116 juega un importante papel en la diferencia significativa que se observa entre la Parcela 2 con respecto a la Parcela 1 y a la Parcela 3 en los árboles de sombra de FM (Figura 42 y Tabla 16).

El mayor número de *O. poikilostalix* en este árbol se debe posiblemente a la presencia en la corteza de un hongo micorrízico vinculado a su germinación, aunque también puede ser influencia de la capa de epífitas no vasculares, que parece, en muchos casos, estar relacionada con la distribución de las vasculares (Hernández-Rosas, 2000), siendo más probable el primer planteamiento, ya que a simple vista no se apreciaban diferencias en las epífitas no vasculares de este árbol y sus vecinos. En este mismo árbol fue donde se contaron los seis ejemplares registrados en la Zona 3 (rama) (Figura 26).

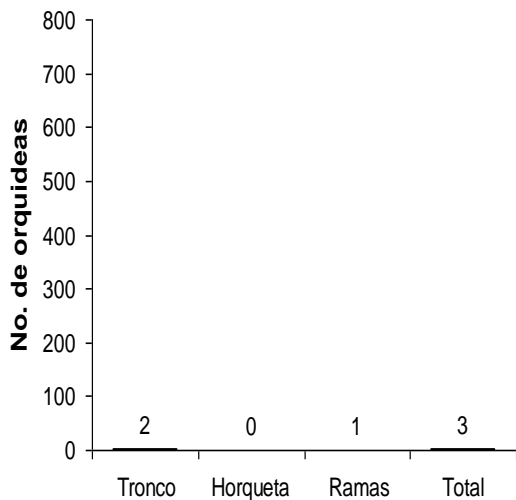


Figura 25. Número de orquídeas por micrositios de los árboles de sombra, Parcela 1 (625 m²). Año 2008.

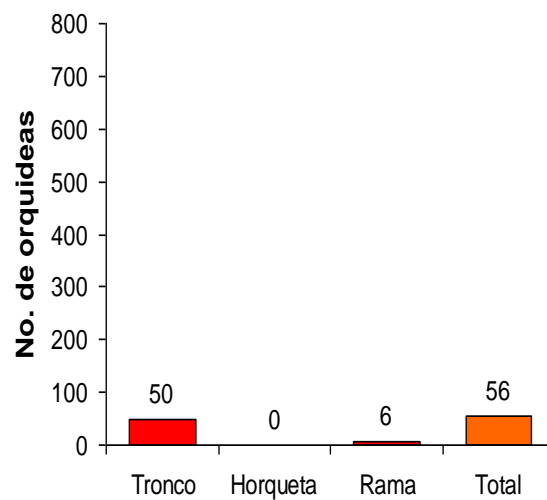


Figura 26. Número de orquídeas por micrositios de los árboles de sombra, Parcela 2 (625 m²). Año 2008.

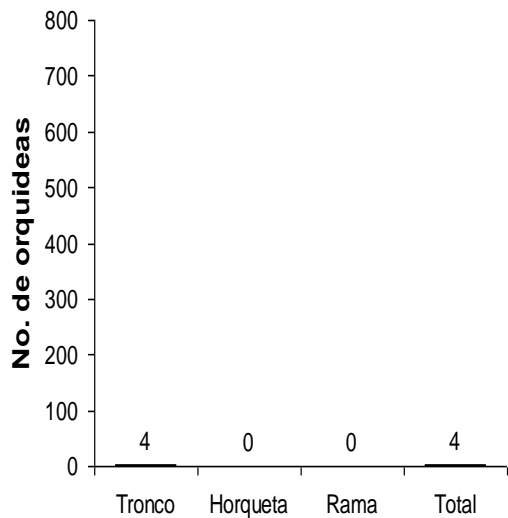


Figura 27. Número de orquídeas por micrositios de los árboles de sombra, Parcela 3 (625 m²). Año 2008.

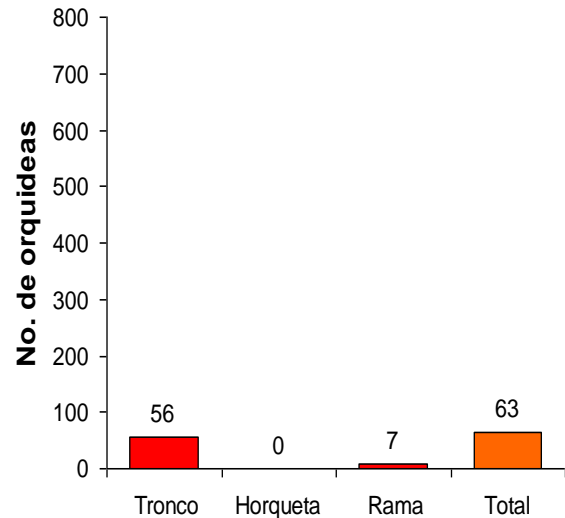


Figura 28. Número de orquídeas por micrositios de los árboles de sombra, general Fracción Montecristo (1875 m²). Año 2008.

En BJ, en el caso de los árboles de sombra, la cantidad de orquídeas encontradas fue muy escasa, con solo 22 individuos en dos árboles (Figura 29), siendo esta cifra muy inferior a la de los cafetos, lo que coincide con el comportamiento registrado en FM. El ejemplo más destacado fue el árbol 83 de la Parcela 6, donde se encontraron 21 individuos del total contabilizado para la parcela, lo cual puede estar dado por causas semejantes a la agregación reportada en el árbol 116, de la Parcela 2, en FM. En la Parcela 5 se localizó la orquídea restante y en la Parcela 4 no se encontró ningún ejemplar de *O. poikilostalix*.

De los tres micrositios en que se dividieron los árboles, solo se hallaron orquídeas ocupando la Zona 1 (tronco) (Figura 29).

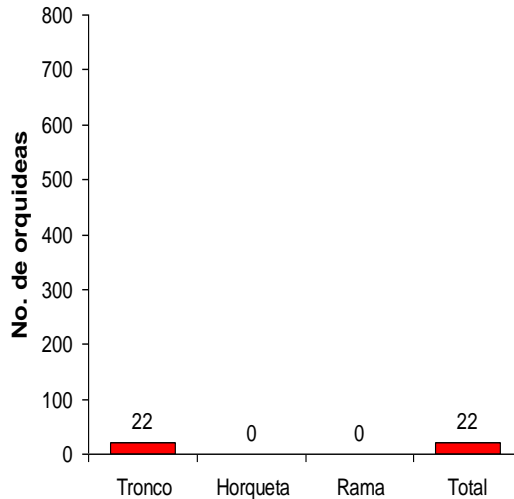


Figura 29. Número de orquídeas por micrositios de los árboles de sombra, general Benito Juárez El Plan (1875 m²). Año 2008.

En el caso de los cafetos de BJ, se observa un número total de orquídeas muy inferior al de FM, aunque una prueba de Kruskal-Wallis nos demuestra que también existen diferencias significativas en el número de orquídeas que se encontraron en sus tres parcelas ($\chi^2= 7.43$; g.l.= 2; P= 0.024). Se empleó una prueba no paramétrica debido a que el supuesto de normalidad de los datos es cuestionable. En este sitio la diferencia se da entre las tres parcelas entre sí (Figura 39 y Tabla 14). La mayor cantidad de individuos se localizó en las Parcelas 4 y 6, con valores similares, observándose un decrecimiento sustancial en el número de orquídeas de la Parcela 5 (Figuras 30, 31 y 32).

En las Parcela 4 y 6, se encontraron individuos en los cuatro micrositios, en menor o mayor grado (Figuras 30 y 32). En la Parcela 5, solo se encontraron orquídeas en el tronco y las ramas (Figura 31).

De forma general se obtuvo un total de 214 *O. poikilostalix* en cafetos para todo el sitio (Figura 33).

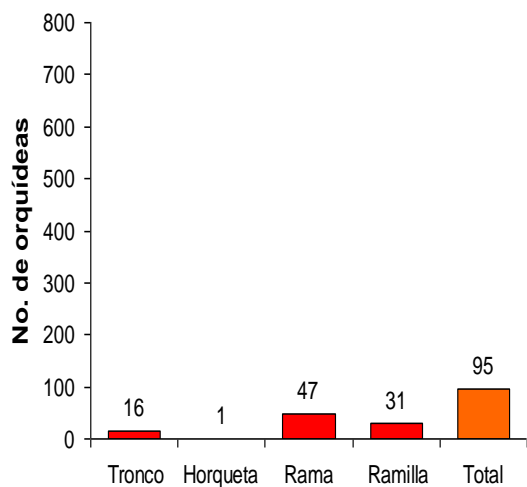


Figura 30. Número de orquídeas por micrositos del cafeto, Parcela 4 (625 m²). Año 2008.

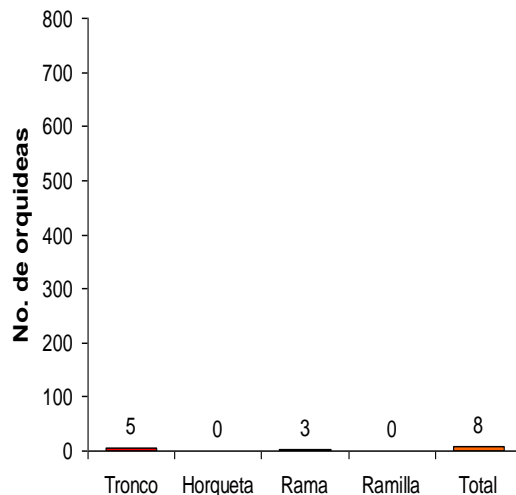


Figura 31. Número de orquídeas por micrositos del cafeto, Parcela 5 (625 m²). Año 2008.

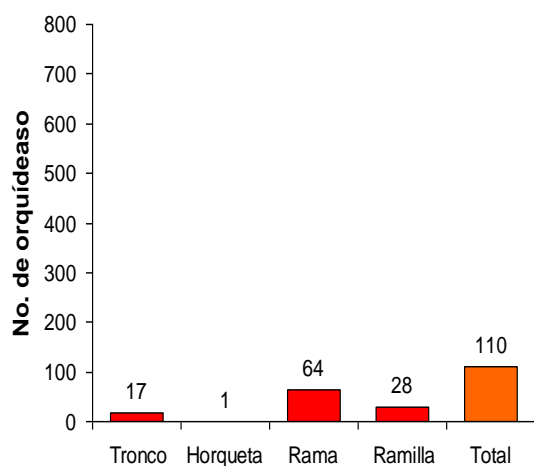


Figura 32. Número de orquídeas por micrositos del cafeto, Parcela 6 (625 m²). Año 2008.

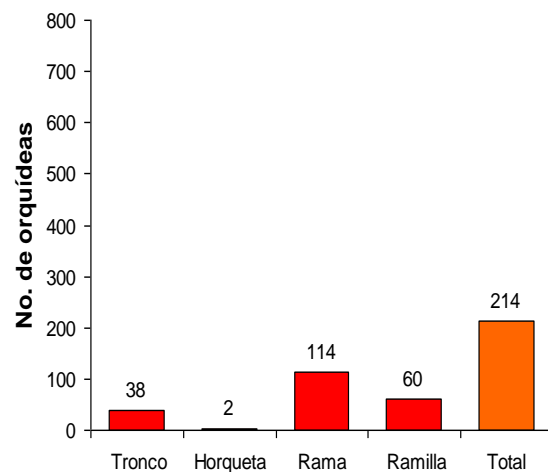


Figura 33. Número de orquídeas por micrositos del cafeto, general Benito Juárez El Plan (1875 m²). Año 2008.

Para los cafetos, en las seis parcelas el mayor número de orquídeas se localizó en la Zona 3 (ramas), exceptuando la Parcela 5, donde hubo dos individuos más en el tronco que en las ramas. Por su parte, el número de orquídeas en tronco y ramilla fue mayor o menor de una parcela a otra, pero sin mostrar un patrón como en el caso de las ramas. Finalmente la ocupación en las horquetas fue muy escasa, con solo cuatro ejemplares, dos en la Parcela 1, uno en la Parcela 4 y uno en la Parcela 6 (Figuras 30, 31 y 32).

El conocimiento sobre la especificidad de la relación entre las epífitas y sus hospederos, es relativamente escaso (Trapnell y Hamrick, 2006), no obstante, el bajo número de *O. poikilostalix* en árboles aparentemente indica que esta orquídea tiene preferencia por los cafetos, los cuales le brindan mejores características para su anclaje y supervivencia, no obstante, esta puede ser una adaptación derivada de la pérdida de las selvas que cubrían originalmente sus áreas de distribución.

Los bosques naturales actualmente han sido mermados de forma sustancial por la actividad humana y convertidos predominantemente en cafetales de sombra (Miranda, 1998; Cortina, 1993), variando así las condiciones microclimáticas de las plantas originales que los ocupaban, desapareciendo la mayoría y adaptándose algunas.

Los cafetos son plantas introducidas (ICO, 2009; Baxter, 1997), por lo que no estaban presentes originalmente en las selvas que ocupaban el área de estudio. En este nuevo hábitat que se creó con la introducción del café, la mejor opción para una orquídea de ramilla probablemente fueron los cafetos.

En selvas originales, debido a la mayor densidad de árboles (Williams-Linera y López-Gómez, 2008), el dosel es tupido, por lo que las epífitas que crecen en las ramillas no están tan expuestas y tienen mejores condiciones de humedad e iluminación. En los cafetales los árboles de sombra están más espaciados (Williams-Linera y López-Gómez, 2008), creando un dosel muy abierto, por lo que las orquídeas tienen que recurrir a los cafetos. Estos, debajo de la sombra filtrada de los árboles de sombra, les brindan mejores condiciones, tanto físicas como microclimáticas.

Los árboles de sombra en sí, probablemente no sean una buena opción, porque el tronco es demasiado grueso para los requerimientos de *O. poikilostalix* y en la copa estaría demasiado expuesto. Estos árboles también son podados regularmente para mantener condiciones de sombra filtrada en la plantación, por lo que continuamente pierden sus ramillas y los nuevos brotes nunca llegan a tener las condiciones físicas para ser adecuados para el establecimiento de epífitas. No se pueden dejar de tener en cuenta los hongos micorrícicos como posible factor limitante en el establecimiento de *O. poikilostalix* encima de los árboles.

Otro elemento que podría influir en el mayor número de forofitos cafetos y de orquídeas en estos, respecto a los árboles, es el hecho de que, entre ambos sitios, haya mayor número de cafetos (869) que de árboles de sombra (73) (Tabla 5). Esto representarían 11.9 cafetos por cada árbol, lo que elevaría las posibilidades de los primeros para ser colonizados.

Teniendo en cuenta todos los árboles con orquídeas (8) (Tabla 6), el porcentaje de ocupación de estos es del 10.95%. Pero si solo se tienen en cuenta los chalum (*Inga* sp.), que fue la única especie de árbol aceptada por la *O. poikilostalix*, el porcentaje se eleva al 13.79% del total de los individuos de este árbol (58). Este porcentaje de ocupación es muy semejante al de los cafetos, que registro un 16.8% del total, con 146 cafetos ocupados (Tabla 6). Estas cifras nos hacen suponer que una mayor cantidad de árboles, particularmente chalum (*Inga* sp.), tendría como consecuencia un mayor número de orquídeas en este sustrato. Pero un incremento en la cantidad de árboles contribuiría también a cambiar el microclima, influyendo en factores como la luminosidad o las corrientes de aire, que pueden ser limitantes para el desarrollo de *O. poikilostalix*, tanto en cafetos como en los árboles de sombra.

La utilización de los cafetos por *O. poikilostalix* también es mucho más eficiente que la de los árboles, ya que se encontraron ejemplares en las cuatro unidades ecológicas de los primeros (Figuras 24 y 33), mientras que en las tres unidades ecológicas de los árboles, solo se encontraron orquídeas en el tronco fundamentalmente y solo siete individuos en ramas (Figuras 28 y 29). Porcentualmente, de los 1358 ejemplares de *O. poikilostalix* que se contabilizaron, el 93.74% (1273) están en cafetos y solo el 6.26% (85) están en árboles de sombra.

Estos patrones de estratificación vertical de las epífitas vasculares en un forofito están relacionados con sus adaptaciones ecofisiológicas y las diferencias en la tolerancia a las condiciones de luz y humedad, debido al gradiente vertical de estos elementos dentro del bosque (Martínez-Meléndez et al., 2008; Krömer et al., 2007; Shaw, 2004; Hernández-Rosas, 2000; Benzin, 1990; Johansson, 1974). Por lo que basándonos en los datos de *O. poikilostalix* por micrositos en cafetos, podemos suponer que a pesar de que la especie es típica de ramillas y que sus raíces son morfológicamente adecuadas para curvarse alrededor de los soportes finos, la especie

no es completamente de ramilla, dada su aparente preferencia por ramas. Pero esta preferencia puede ser circunstancial.

Hay que tener en cuenta que los cafetales donde está presente la especie, son sometidos regularmente a actividades de manejo (como poda), donde generalmente se pierden las ramillas y parte de las ramas, esto probablemente hace persistir durante más tiempo a las orquídeas de las ramas, que son menos afectadas y solo en sus extremos. También las ramas, como microhábitat intermedio en cuanto a grosor del sustrato, condiciones de luz, corrientes de aire, humedad, rugosidad de corteza y superficie disponible, reúne condiciones adecuadas para esta especie de orquídea y tiene ventajas sobre el micrositio tronco, donde las condiciones posiblemente no sean las más adecuadas para *O. poikilostalix*.

En cuanto a las horquetas, una investigación realizada en un bosque húmedo tropical del Alto Orinoco en Venezuela, sugiere que estos micrositios horizontales juegan un papel muy importante para muchas especies de epífitas, pero no son atractivos para muchas otras especies que prefieren otros más verticales (Hernández-Rosas, 2000). Fundamentalmente en las horquetas más grandes, se acumula mucha materia orgánica y son muy húmedas para *O. poikilostalix*, que por estar adaptado a condiciones de ramilla, prefiere microhábitats más pobres en nutrientes y con menos humedad, como las ramillas o las ramas.

5.2.7. Significancia estadística de las diferencias entre parcelas y tipo de planta (cafeto o árboles de sombra) en FM y BJ.

Mediante la aplicación de un análisis de Componentes Principales y una Regresión Lineal en ambos sitios (FM y BJ), tanto para árboles de sombra como para cafetos, se determinó si existían diferencias significativas entre parcelas. En el análisis se incluyeron las variables: altura de la planta (cafeto o árbol), DBH, número de orquídeas en el tronco, dimensiones del tronco, número de orquídeas en las horquetas, número de horquetas, número de orquídeas en las ramas, dimensiones de las ramas y número de orquídeas en las ramillas (solo cafetos).

En FM, en el caso de los cafetos, aplicando el criterio del gráfico de ladere (Figura 34), se muestra que solo tres componentes principales tienen valores

característicos por encima del valor 1.0, por lo tanto realizamos la representación gráfica en esta dimensión. Estos tres componentes explican el 57.5% de la variabilidad total de los datos (Tabla 11).

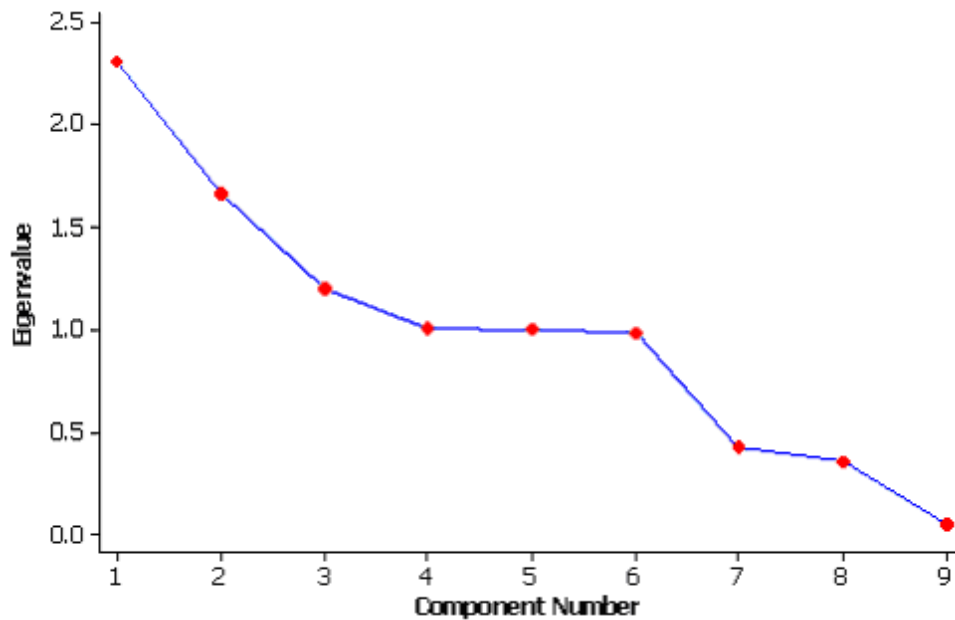


Figura 34. Gráfico de ladere del Análisis de Componentes Principales, para cafetos en Fracción Montecristo.

Tabla 11. Resultados del Análisis de Componentes Principales en cafetos, Fracción Montecristo.

Eigenvalue	2.3114	1.6602	1.2020	1.0112	0.9984	0.9835	0.4266	0.3590
Proportion	0.257	0.184	0.134	0.112	0.111	0.109	0.047	0.040
Cumulative	0.257	0.441	0.575	0.687	0.798	0.907	0.955	0.995

De todas las variables analizadas las que tienen un papel más destacado en los resultados obtenidos son, el número de orquídeas en el tronco, el número de orquídeas en las ramas y el número de orquídeas en las horquetas (Figura 35). Las variables más correlacionadas entre si son, el número de horquetas y el DBH (Figura 35).

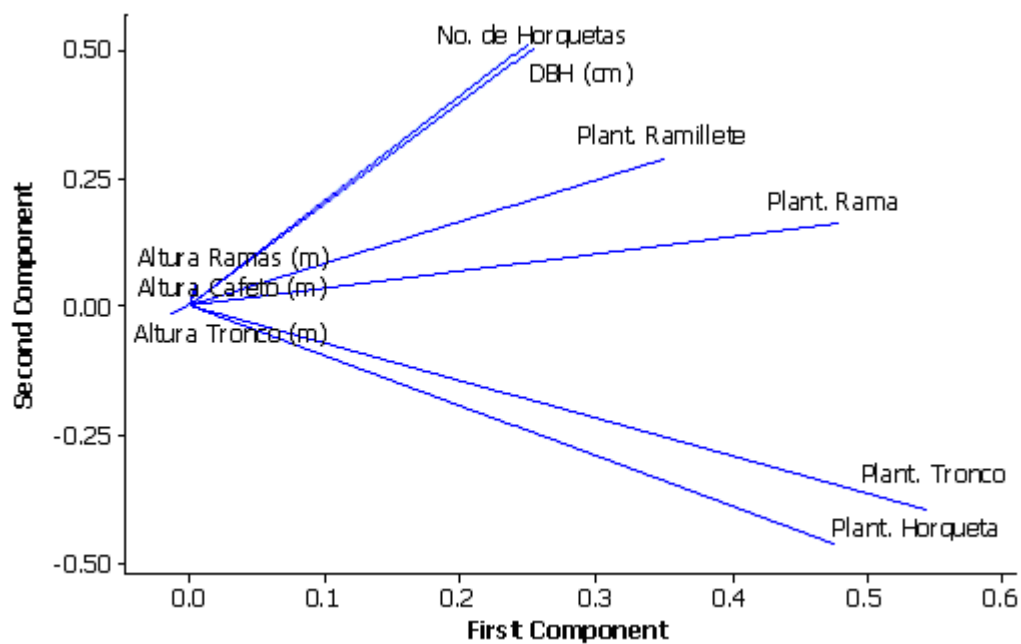


Figura 35. Gráfico de primeros y segundos componentes del Análisis de Componentes Principales, para cafetos en Fracción Montecristo.

La prueba de la traza de Pillais, nos da un valor de P de 0.0002 y una F de 2.70, por lo que podemos determinar que, de los tres grupos que se están analizando hay diferencias significativas en uno de ellos.

Según la Figura 36, aparentemente esta diferencia significativa se da entre la Parcela 1 con respecto a las Parcelas 2 y 3. Lo cual queda corroborado mediante la Prueba de Mahalanobis (Tabla 12).

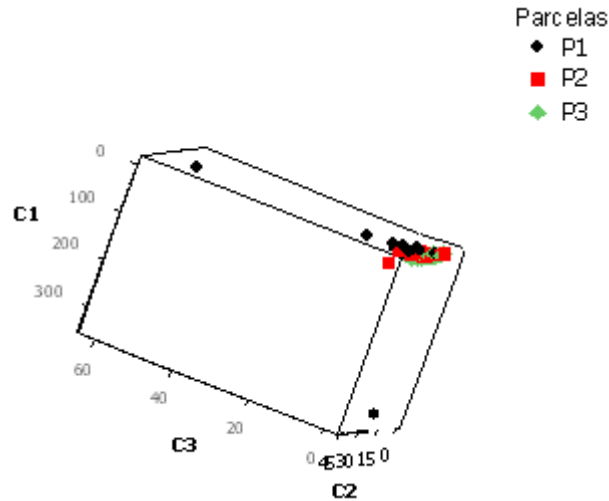


Figura 36. Gráfico de dispersión del Análisis de Componentes Principales, para cafetos en Fracción Montecristo. Variables que intervienen: Altura de la planta (cafeto), DBH, número de orquídeas en el tronco, dimensiones del tronco, número de orquídeas en las horquetas, número de horquetas, número de orquídeas en las ramas, dimensiones de las ramas y número de orquídeas en las ramillas.

Tabla 12. Prueba de Mahalanobis en el Análisis Discriminante en cafetos, Fracción Montecristo.

Parcela	P1	P2	P3
P1	1.0000	0.0003	<.0001
P2	0.0003	1.0000	0.7010
P3	<.0001	0.7010	1.0000

En BJ, para los cafetos, se aplica el criterio del gráfico de ladera (Figura 37), que muestra que solo dos componentes principales tienen valores característicos por encima del valor 1.0. Estos dos componentes explican el 66.4% de la variabilidad total de los datos (Tabla 13).

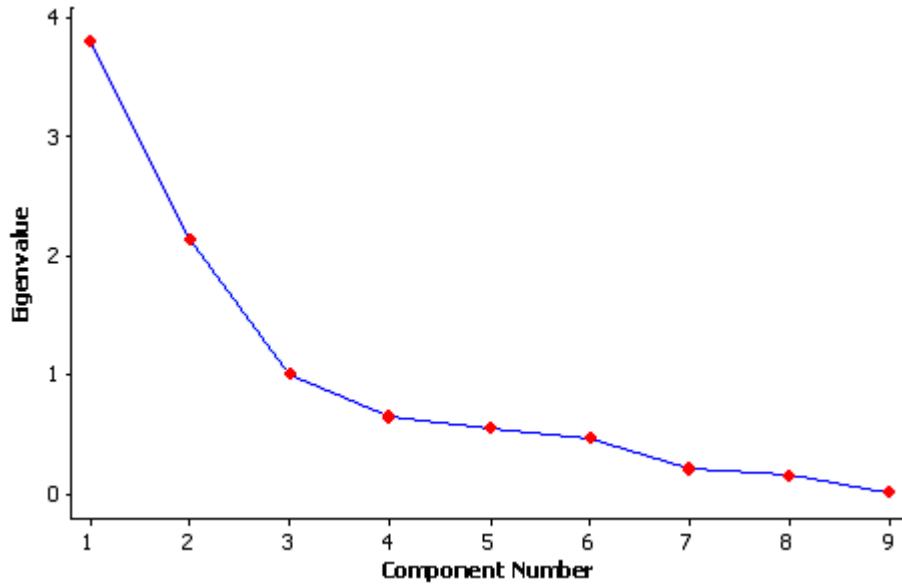


Fig. 37. Gráfico de ladera del Análisis de Componentes Principales, para cafetos en Benito Juárez El Plan.

Tab. 13. Resultado del Análisis de Componentes Principales en cafetos, Benito Juárez El Plan.

Eigenvalue	3.8007	2.1792	1.0071	0.6419	0.5177	0.4573	0.2230	0.1608
Proportion	0.422	0.242	0.112	0.071	0.058	0.051	0.025	0.018
Cumulative	0.422	0.664	0.776	0.848	0.905	0.956	0.981	0.999

De todas las variables analizadas, las que tienen un papel más destacado en los resultados obtenidos son, la altura y el DBH de los cafetos y las dimensiones del tronco y de las ramas (Figura 38). En este caso, las variables conforman dos grupos fundamentales en cuanto a su nivel de correlación. Una de las agrupaciones está formada por el número de orquídeas en el tronco, el número de orquídeas en las ramas y el número de orquídeas en las ramillas y por otro lado encontramos el número de horquetas, la altura de los cafetos, el DBH de los cafetos, las dimensiones del tronco y las dimensiones de las ramas (Figura 38).

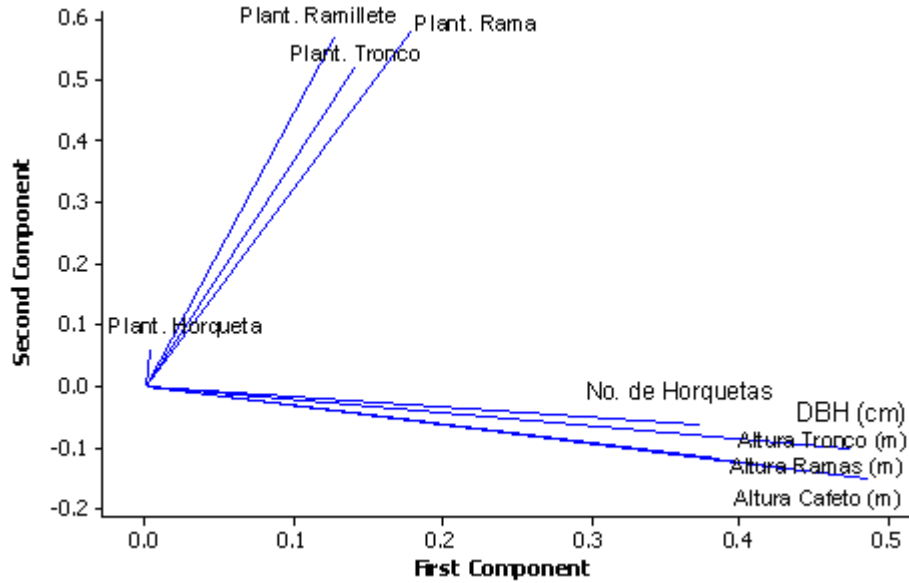


Figura 38. Gráfico de primeros y segundos componentes del Análisis de Componentes Principales, para cafetos en Benito Juárez El Plan.

La prueba de la traza de Pillais nos da un valor de P de 0.0001 y una F de 7.18, por lo que podemos determinar que, de los tres grupos que se están analizando hay diferencias significativas en uno de ellos. No obstante mostrar el grafico de ladera (Figura 37) que solo dos componentes principales tienen valores característicos por encima del valor 1.0, se decidió hacer en la representación gráfica de los tres componentes (Figura 39), ya que explican el 77.6% de la variabilidad total de los datos (Tabla 13).

Según la Figura 39, aparentemente encontramos diferencia significativa entre las tres Parcelas, lo cual queda comprobado con los resultados obtenidos con la Prueba de Mahalanobis (Tabla 14).

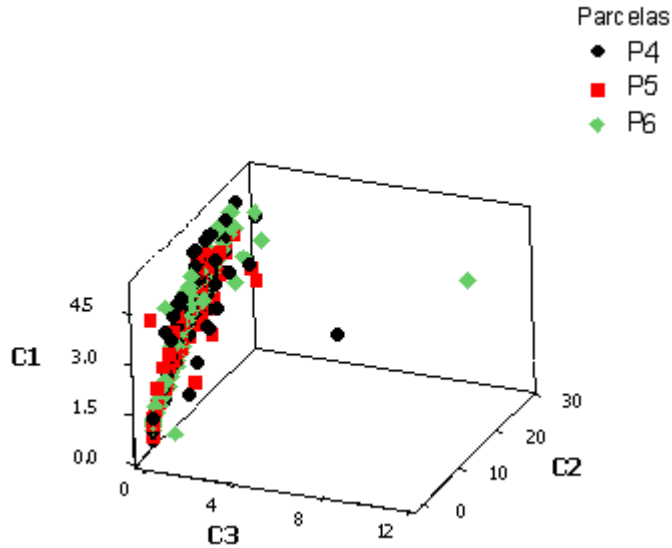


Figura 39. Gráfico de dispersión del Análisis de Componentes Principales, para cafetos en Benito Juárez El Plan. Variables que intervienen: Altura de la planta (cafeto), DBH, número de orquídeas en el tronco, dimensiones del tronco, número de orquídeas en las horquetas, número de horquetas, número de orquídeas en las ramas, dimensiones de las ramas y número de orquídeas en las ramillas.

Tabla 14. Prueba de Mahalanobis en el Análisis Discriminante en cafetos, Benito Juárez El Plan.

Parcela	P4	P5	P6
P4	1.0000	<.0001	0.0003
P5	<.0001	1.0000	<.0001
P6	0.0003	<.0001	1.0000

Para la Regresión Lineal y el análisis de Componentes Principales que se realizó en los árboles de sombra, fue necesario no tomar en cuenta las variables: número de orquídeas en las horquetas, en FM y número de orquídeas en las horquetas y número de orquídeas en las ramas, en BJ. Estas variables se eliminaron del análisis por ser cero todos sus valores, lo que hace nula la variación.

Para los árboles de sombra, en FM, el criterio del gráfico de ladera (Figura 40) nos muestra que solo tres componentes principales tienen valores característicos por encima del valor 1.0 y realizaremos la representación gráfica en esta dimensión. Estos tres componentes explican el 83.1% de la variabilidad total de los datos (Tabla 15).

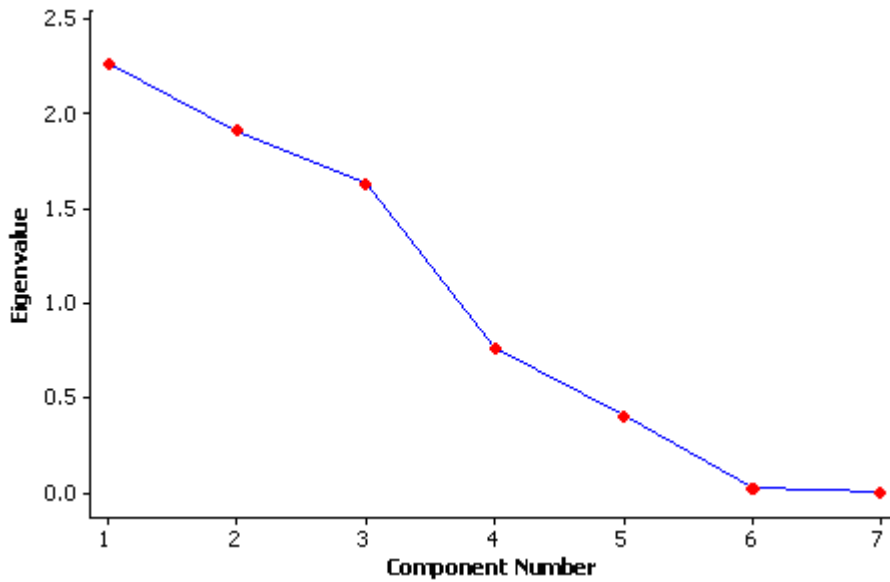


Figura 40. Gráfico de ladera del Análisis de Componentes Principales, para árboles de sombra en Fracción Montecristo.

Tabla 15. Resultados del Análisis de Componentes Principales en árboles de sombra, Fracción Montecristo.

Eigenvalue	2.2680	1.9158	1.6333	0.7662	0.3966	0.0153	0.0048
Proportion	0.324	0.274	0.233	0.109	0.057	0.002	0.001
Cumulative	0.324	0.598	0.831	0.940	0.997	0.999	1.000

De las variables analizadas las que juegan un papel más importante en los resultados obtenidos son el número de orquídeas en el tronco y el número de orquídeas en las ramas y aunque en menor medida, la altura de los árboles también tiene gran influencia en este caso (Figura 41). Las variables más correlacionadas son, el número de orquídeas en el tronco y el número de orquídeas en las ramas (Figura 41).

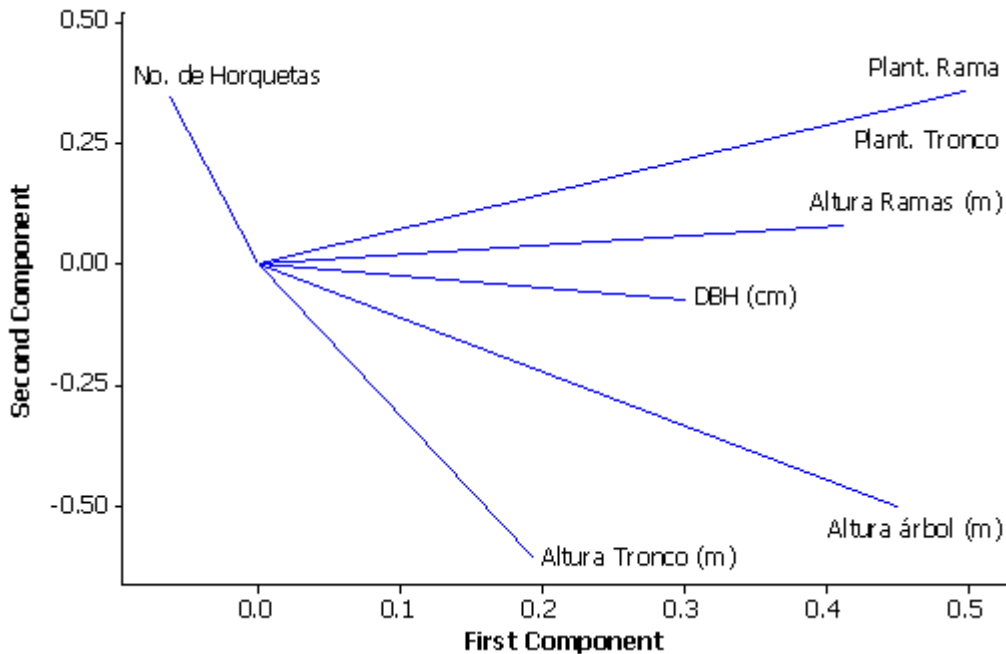


Figura 41. Gráfico de primeros y segundos componentes del Análisis de Componentes Principales, para árboles de sombra en Fracción Montecristo.

Mediante la prueba de la traza de Pillais, que nos da un valor de P de 0.0123 y una F de 2.36, podemos determinar que de los tres grupos que se están analizando hay diferencias significativas en uno de ellos. Aparentemente esta diferencia significativa se da entre la Parcela 2 con respecto a la Parcela 1 y a la Parcela 3 (Figura 42). Lo cual queda corroborado mediante la Prueba de Mahalanobis (Tabla 16).

En esta diferencia juega un importante papel la agregación *O. poikilostalix* que se encontró en el chalum (*Inga* sp.) etiquetado con el número 116 en la Parcela 2 (52 individuos; T-46, R-6), ya que como señala la gráfica de primeros y segundos componentes (Figura 41), las variables número de orquídeas en el tronco y el número de orquídeas en las ramas son las que tuvieron un mayor peso en esta diferencia.

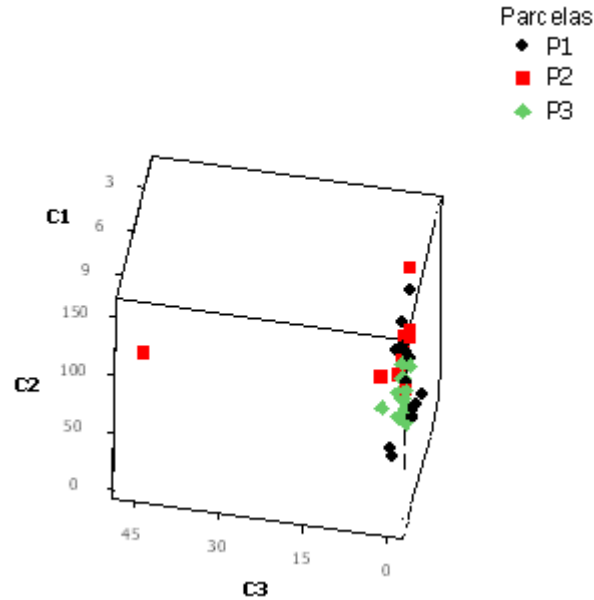


Figura 42. Gráfico de dispersión del Análisis de Componentes Principales, para árboles de sombra en Fracción Montecristo. Variables que intervienen: Altura de la planta (árbol), DBH, número de orquídeas en el tronco, dimensiones del tronco, número de orquídeas en las horquetas, número de horquetas, número de orquídeas en las ramas y dimensiones de las ramas.

Tabla 16. Prueba de Mahalanobis en el Análisis Discriminante en árboles de sombra, Fracción Montecristo.

Parcela	P1	P2	P3
P1	1.0000	0.0154	0.1967
P2	0.0154	1.0000	0.0360
P3	0.1967	0.0360	1.0000

En B.J, para árboles de sombra, se aplica el criterio del gráfico de ladera (Figura 43), que muestra que solo dos componentes principales tienen valores característicos por encima del valor 1.0. Estos dos componentes explican el 73.8% de la variabilidad total de los datos (Tabla 17).

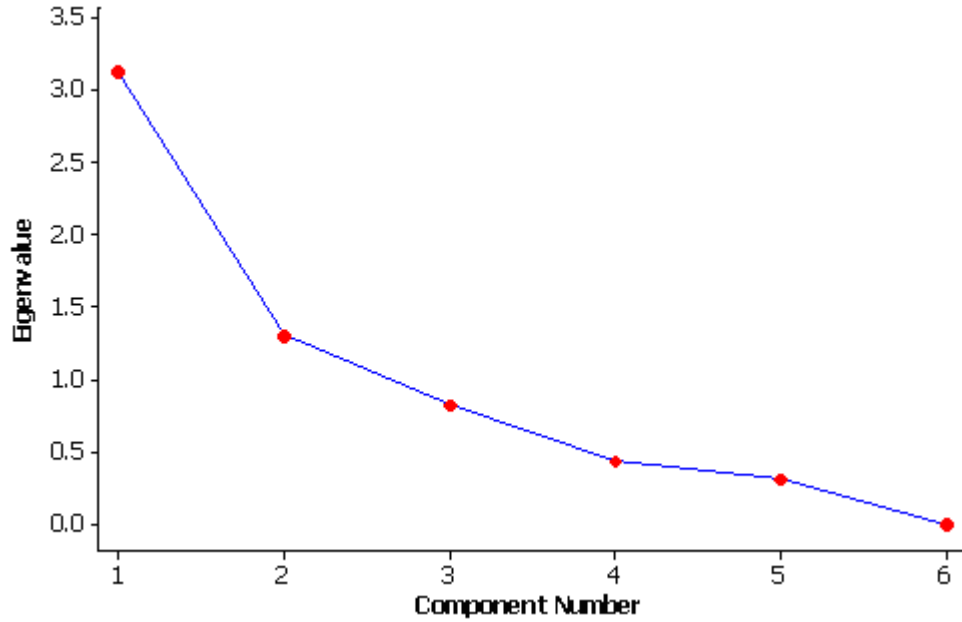


Figura 43. Gráfico de ladera del Análisis de Componentes Principales para árboles de sombra en Benito Juárez El Plan.

Tabla 17. Resultados del Análisis de Componentes Principales en árboles de sombra, Benito Juárez El Plan.

Eigenvalue	3.1283	1.3012	0.8188	0.4393	0.3124	0.0000
Proportion	0.521	0.217	0.136	0.073	0.052	0.000
Cumulative	0.521	0.738	0.875	0.948	1.000	1.000

De todas las variables analizadas las que tienen un papel más destacado en los resultados obtenidos son, la altura de los cafetos, las dimensiones de las ramas y el DBH de los cafetos (Figura 44). En este caso las variables más correlacionadas son, dimensiones de las ramas, número de horquetas y el DBH de los cafetos (Figura 44).

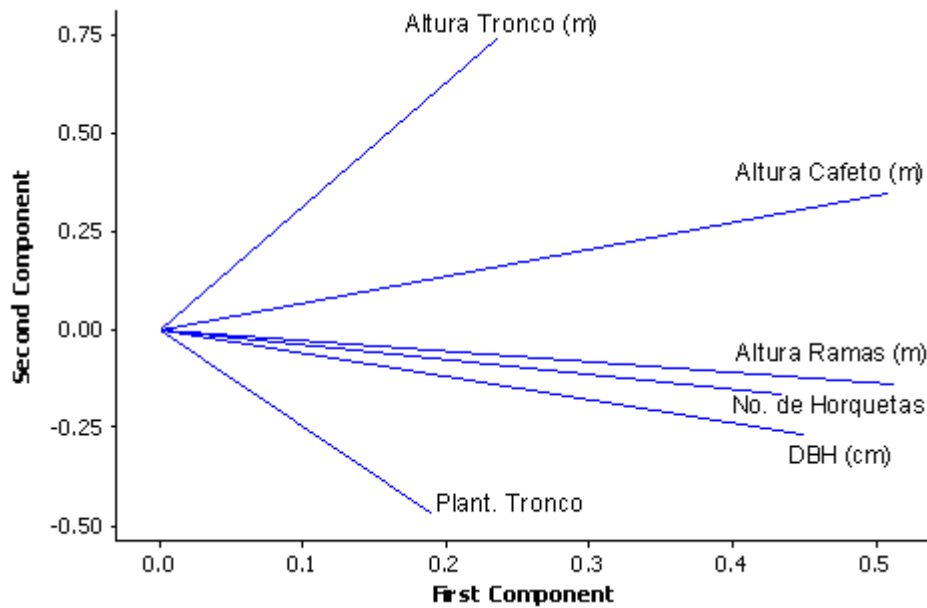


Figura 44. Gráfico de primeros y segundos componentes del Análisis de Componentes Principales, para árboles de sombra en Benito Juárez El Plan.

Para los árboles de sombra en BJ también se tuvieron en cuenta tres componentes para la representación gráfica (Figura 45), ya que explican el 87.5% de la variabilidad total de los datos (Tabla 17), no obstante mostrar el grafico de ladera que solo dos componentes principales tienen valores característicos por encima de 1.0 (Figura 43).

Según la Figura 45, aparentemente encontramos diferencia significativa en la Parcela 3 con respecto a la Parcela 1 y la Parcela 2. Sin embargo la prueba de la traza de Pillais, que nos da un valor de P de 0.1510 y una F de 1.53, nos demuestra que estadísticamente esta diferencia no existe. Este resultado puede deberse al escaso número de orquídeas encontrado en los árboles de este sitio de forma general. Además de que particularmente solo se encontraron *O. poikilostalix* en la Zona 1 (tronco) de la Parcela 6 (21 ejemplares) y en la Parcela 5 (1 ejemplar) también en el tronco, situación esta que no obstante queda reflejada en el grafico de dispersión, aunque estadísticamente no sea significativa la diferencia.

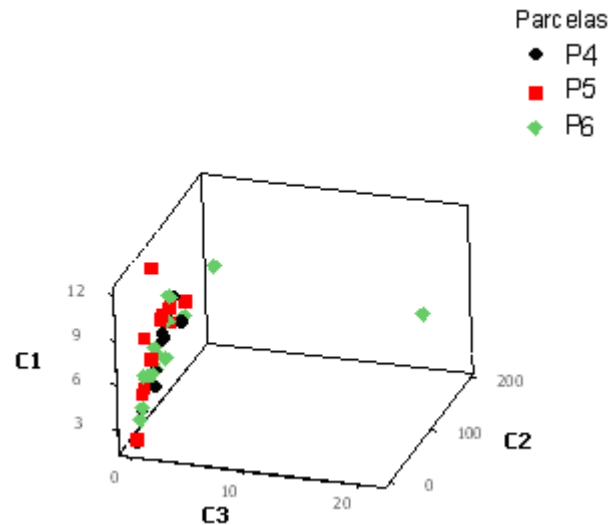


Figura 45. Gráfico de dispersión del Análisis de Componentes Principales para árboles de sombra en Benito Juárez El Plan. Variables que intervienen: Altura de la planta (árbol), DBH, número de orquídeas en el tronco, dimensiones del tronco, número de orquídeas en las horquetas, número de horquetas, número de orquídeas en las ramas y dimensiones de las ramas.

Cabe mencionar que los resultados estadísticos obtenidos no necesariamente reflejan todas las condiciones existentes en las diferentes parcelas ni el comportamiento de las poblaciones de *O. poikilostalix* en ambos sitios. Hay que tener en cuenta que es una orquídea de entrada reciente en la zona con poblaciones relativamente jóvenes, por lo que estadísticamente muchas diferencias o tendencias no están lo suficientemente consolidadas para que sean significativas. Por esta razón, consideramos que para comprender mejor su comportamiento hay que analizar la información obtenida también con procedimientos subjetivos que incluyan aspectos, que nos permitan obtener conclusiones y resultados más apegados a la realidad aunque aún no sean significativos desde el punto de vista estadístico.

5.2.8. Número de orquídeas y su relación con factores físicos y ambientales

El mayor promedio de DBH en los cafetos se encuentra en la Parcela 1 (Figura 17), la que también tiene el mayor promedio de altura de los cafetos (Figura 16), el mayor porcentaje general de forofitos en 2008 (Figura 12) y el mayor número de orquídeas en todos los micrositios del cafeto (Figura 21). Específicamente tiene el mayor número de forofitos cafetos y una cantidad de forofitos árboles igual que las otras Parcelas de su

sitio (FM) (Tabla 6). Los forofitos árboles son los que menos orquídeas tienen en FM (Figuras 25, 26 y 27), además de poseer el menor promedio de DBH (Figura 17). Estos resultados se ajustan a lo planteado por Mujica, (2007), con respecto a la importancia del DBH.

En la Parcela 1 también se encuentra la mayor área promedio de rama (Zona 3) (Figura 20), que es el micrositio donde más *O. poikilostalix* se localizaron, y la densidad de los cafetos en esta Parcela y en la Parcela 2 son las menores de FM (Figura 11), aunque en las tres Parcelas la diferencia no es numéricamente sustancial.

La mayor densidad de árboles se presenta en la Parcela 1 (Figura 11), aunque su altura, que en muchos casos esta en función de la edad, es menor (Figura 16). Lo mismo ocurre con el nivel de cobertura en esta Parcela, que a simple vista se notaba menor que en las otras dos parcelas del sitio. La altura y la cobertura inciden directamente en el menor grado de sombreado en la Parcela.

La Parcela 2 en 2008, tuvo un porcentaje general de forofitos muy semejante a la Parcela 1 (Figura 12), al igual que el porcentaje específico de forofitos cafetos y un mayor porcentaje de forofitos árboles (Figura 14). Particularmente en esta Parcela la cifra de orquídeas en los forofitos árboles sobresale a consecuencia del chalum (*Inga* sp.) 116, que tiene un número relativamente alto de individuos (52 ejemplares) (Figura 26). En esta Parcela aunque el promedio de altura de cafetos y árboles es el segundo (Figura 16), la densidad en ambos casos es baja (Figura 11), lo que influye a su vez en un volumen de follaje moderado.

La Parcela 3 tiene un comportamiento muy diferente a las otras dos. Esta Parcela presenta un porcentaje de forofitos muy bajo (Figura 12), al igual que un bajo número de orquídeas (Tabla 9). Sin embargo, tiene la segunda mayor altura de los cafetos y la mayor altura de los árboles en FM (Figura 16), un DBH de cafetos superior a los reportados para la Parcela 2 y similar a la Parcela 1, y en el caso de los árboles un DBH similar a la Parcela 1, aunque inferior a los encontrados en la Parcela 2 (Figura 17).

Aparentemente en la Parcela 3 el proceso de colonización no ha sido muy exitoso, lo que puede ser consecuencia de la densidad de cafetos, que es la mayor, aunque aparentemente no es mucha la diferencia con las Parcelas 1 y 2. También

puede relacionarse con la densidad de árboles, que es la segunda más grande, aunque semejante a la de la Parcela 2 (Figura 11). A su vez la altura promedio de los árboles, en esta Parcela es la mayor de las tres (Figura 16), aunque no difieren significativamente entre ellas (ANOVA de una vía; $F_c = 1.21$; g.l.= 5; $P = 0.315$).

Individualmente todos estos factores no explicarían un número de orquídeas tan bajo, pero al valorarlos de forma combinada su importancia aumenta. En el campo es posible apreciar de forma general una mayor densidad de follaje en esta Parcela, mucho mayor que la que se observa en las Parcelas 1 y 2, lo que incide directamente en el grado de iluminación y en la circulación de aire.

La Parcela 1 aparentemente es el centro de dispersión de la zona. Esto se puede inferir por los datos poblacionales obtenidos, particularmente en lo que se refiere al número de plantas adultas.

En BJ, aunque entre la densidad de cafetos de las tres Parcelas de este sitio tampoco existen diferencias importantes, de forma general es menor que en FM (Figura 11). Este resultado podría beneficiar el establecimiento de *O. poikilostalix*, pero hay que tener en cuenta que también es mayor la densidad de los árboles de sombra (Figura 11), lo que puede ser contraproducente, al incidir en factores como la humedad, la luminosidad o las corrientes de aire.

Particularmente las Parcelas 4 y 6, son las que mayor cantidad de orquídeas tienen (Tabla 9), aunque presentan comportamientos diferentes. La Parcela 4 posee la menor altura promedio en los cafetos (Figura 16) y la menor dimensión de ramas en BJ (Figura 20), lo que podría afectar el número de orquídeas, pero tiene la menor altura promedio de los árboles de sombra en este sitio (Figura 16), lo que posibilita una mayor iluminación y aireación.

La Parcela 6 por su parte, tiene la mayor altura de cafetos (Figura 16), las mayores dimensiones de rama (Figura 20) y la segunda menor altura de árboles (Figura 16), aspectos que combinados pueden llegar a equilibrarse y generar niveles de luz y aireación apropiados para el establecimiento de *O. poikilostalix*.

No obstante, se debe tener en que, como se ha planteado anteriormente, en BJ, la población de *O. poikilostalix* es escasa de forma general y su establecimiento debe

ser más reciente que en FM, lo que dificulta el análisis y comparación de patrones de comportamiento.

5.2.9. Número de orquídeas por estadíos de vida

De las 1359 *O. poikilostalix* que se encontraron en 2008, para ambos sitios y tipos de forofito, la mayor parte era juveniles con 504 ejemplares (37.09%), seguido por las plántulas con 442 (32.52%) y por último los adultos con 413 individuos (30.39%) (Figuras 47, 49, 53 y 57). En el caso de los cafetos este comportamiento se mantiene, con 487 juveniles (38.22%), 407 plántulas (31.95%) y 380 adultos (29.83%) (Figuras 53 y 57), no así en el caso de los árboles de sombra, donde lo más abundante son las plántulas con 35 individuos (41.18%), seguido por los adultos con 33 (38.82%) y por último los juveniles con 17 (20%) (Figuras 47 y 49).

En los árboles de sombra en 2008, el número de orquídeas, de todos los estadíos de vida, fue muy bajo en ambos sitios (FM y BJ) (Figuras 47 y 49), excepto en la Parcela 2 (Figura 46) y en menor escala en la Parcela 6 (Figura 48). El mayor número de individuos de todos los estadíos se localizó en la Zona 1 (tronco) (91.77%), seguido por la Zona 3 (ramas) (8.23%) y en la Zona 2 (horqueta) no se encontró ninguna orquídea (Figuras 47 y 49). La Parcela 1 tuvo solo tres plantas adultas, dos en la Zona 1 (tronco) y una en la Zona 3 (ramas). En la Parcela 3, se registraron cuatro orquídeas, todas en el tronco, una de ellas juvenil y las demás adultas.

Ejemplos relativamente altos para los árboles, fueron los datos obtenidos en las Parcelas 2 y 6 (Figuras 46 y 48). En la Parcela 2 se encontraron individuos adultos y juveniles, tanto en el tronco como en las ramas, mientras que el número de plántulas fue particularmente significativo, siendo la única parcela donde se hallaron orquídeas de este estadío ocupando un árbol, todas en la Zona 1 (Figura 46). En la Parcela 6 todos los individuos fueron adultos y juveniles presentes en la Zona 1, del árbol etiquetado con el número 83 (Figura 48). En BJ, además de los individuos de *O. poikilostalix* localizadas en la Parcela 6, solo se encontró otro ejemplar adulto en la Zona 1, en la Parcela 5.

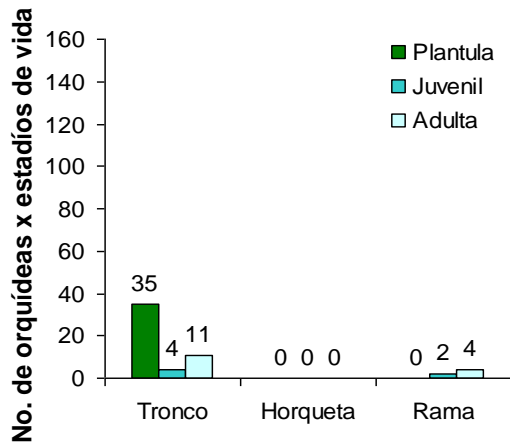


Figura 46. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios de los árboles de sombra, Parcela 2 (625 m²). Año 2008.

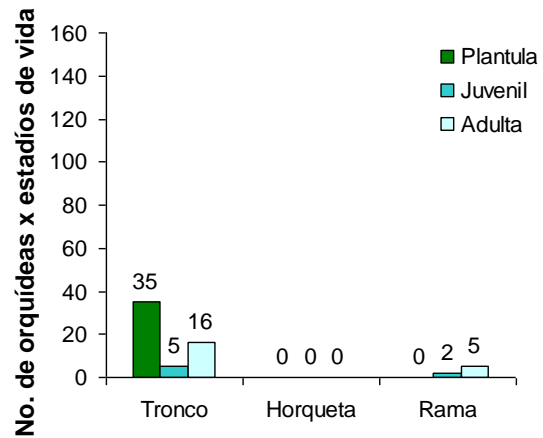


Figura 47. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios de los árboles de sombra, general Fracción Montecristo (1875 m²). Año 2008.

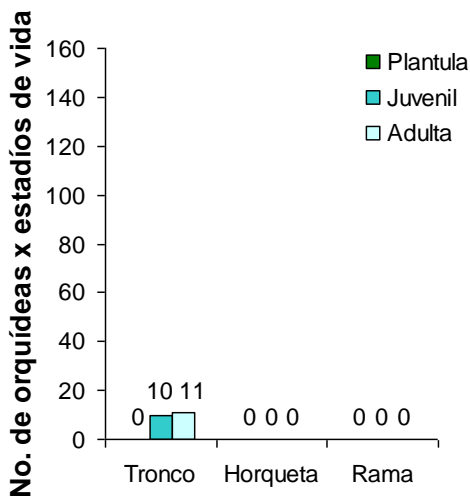


Figura 48. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios de los árboles de sombra, Parcela 6 (625 m²). Año 2008.

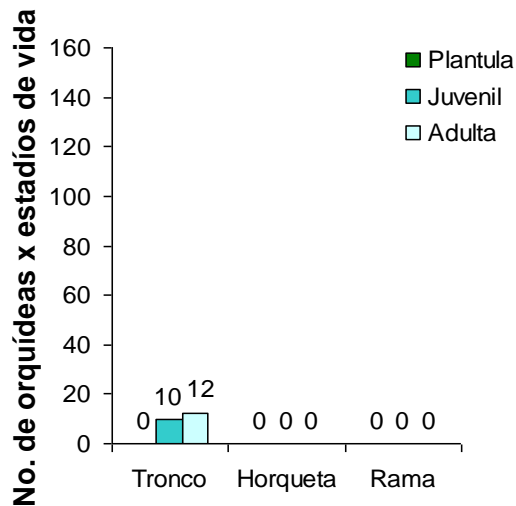


Figura 49. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios de los árboles de sombra, general Benito Juárez El Plan (1875 m²). Año 2008.

En los cafetos de ambos sitios, el número de orquídeas por estadio de vida, distribuido en cada uno de sus cuatro micrositios, fue variable. El mayor número de individuos de todos los estadios se presentó en la Zona 3 (ramas) de las seis parcelas y el menor número en la Zona 2 (horquetas) (Figuras 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57). La Parcela 1

además de tener el mayor número de orquídeas de ambos sitios en cafetos, también tuvo el mayor número de orquídeas para cada estadio de vida en cada micrositio (Figura 50).

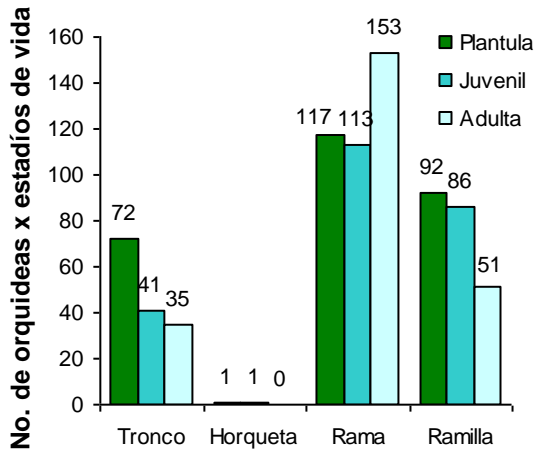


Figura 50. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios del cafeto, Parcela 1 (625 m²). Año 2008.

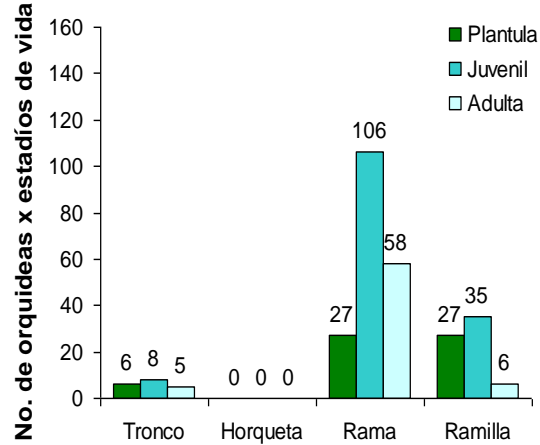


Figura 51. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios del cafeto, Parcela 2 (1875 m²). Año 2008.

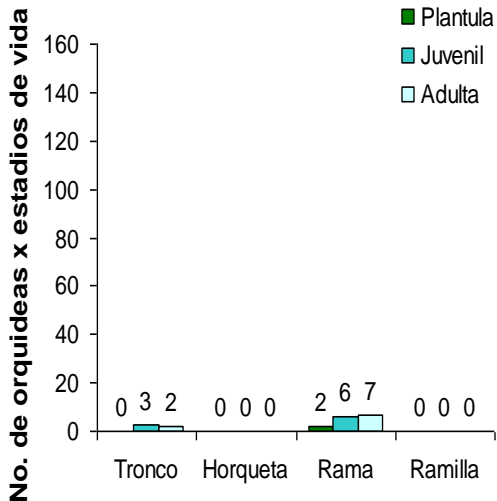


Figura 52. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios del cafeto, Parcela 3 (625 m²). Año 2008.

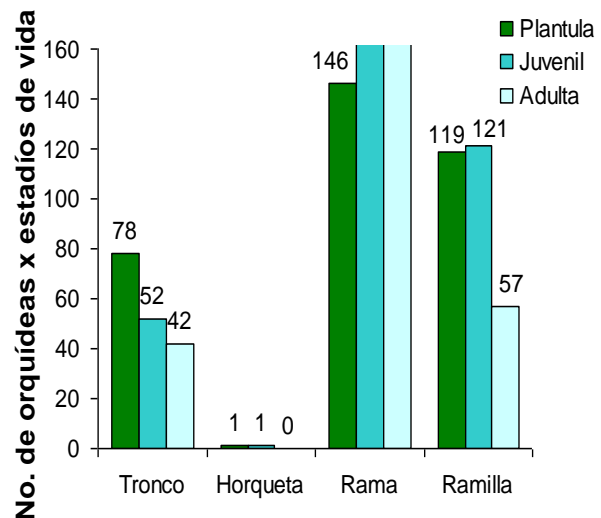


Figura 53. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios del cafeto, general Fracción Montecristo (1875 m²). Año 2008.

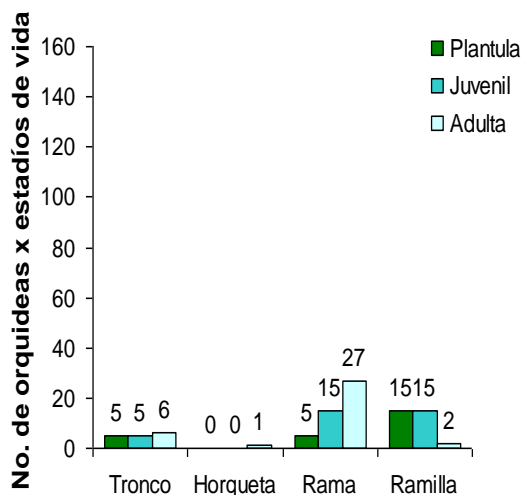


Figura 54. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios del cafeto, Parcela 4 (625 m²). Año 2008.

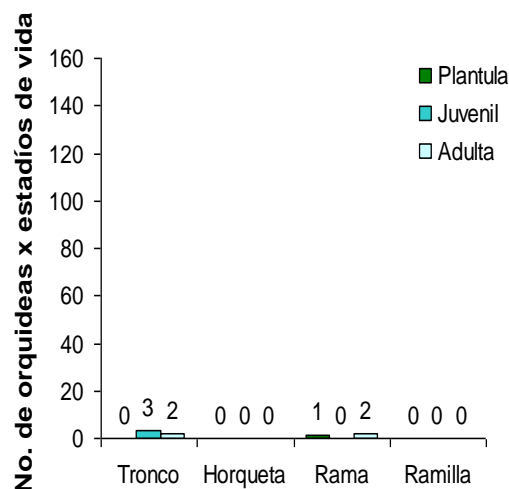


Figura 55. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios del cafeto, Parcela 5 (1875 m²). Año 2008.

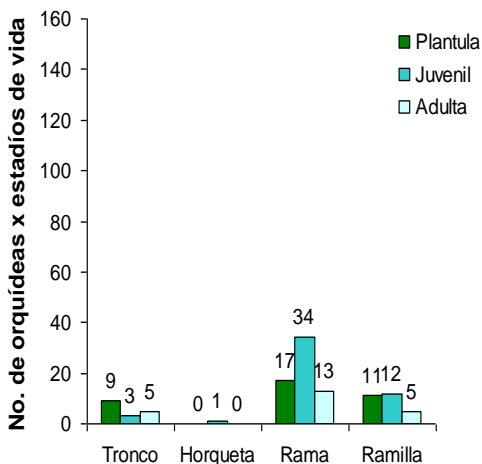


Figura 56. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios del cafeto, Parcela 6 (625 m²). Año 2008.

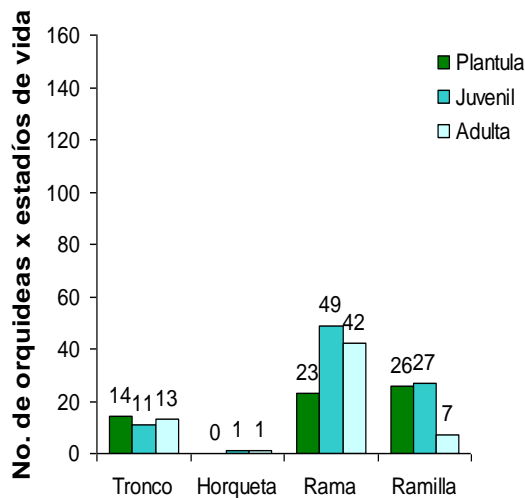


Figura 57. Número de orquídeas por estadio de vida, en cada uno de los micrositios del cafeto, general Benito Juárez El Plan (1875 m²). Año 2008.

Como patrón general de los forofitos cafeto en 2008, la presencia de orquídeas fue escasa en la Zona 2 (horquetas), con solo una plántula y un juvenil, en la Parcela 1, un juvenil en la Parcela 6 y un adulto en la Parcela 4 (Figuras 50, 54 y 56), mientras que en

los forofitos árboles no se localizó ningún individuo de *O. poikilostalix* ocupando esta Zona (Figuras 47 y 49). Estas horquetas se localizaron a diferentes alturas en la planta, variando sus características microclimáticas, no obstante, en ningún caso fueron adecuadas para el desarrollo de *O. poikilostalix*.

En la Zona 1 (tronco) siempre se encontró orquídeas de todos los estadios de vida, tanto en cafetos como en árboles de sombra (Figuras 47, 49, 53 y 57). No obstante, Hernández-Rosas, (2000) plantea que la presencia de epifitas vasculares en el tronco de los forofitos puede ser escasa, principalmente por la mayor pérdida de humedad en este micrositio y por la verticalidad del sustrato, que no facilita el anclaje y establecimiento de los propágulos y plantas. Sin embargo, las plantas más viejas presentan generalmente mayor rugosidad respecto de las más jóvenes, lo que incide directamente en las condiciones de anclaje que brindan para las epifitas y en la retención de humedad y nutrientes, además de ser generalmente más gruesas, lo que incide en la superficie disponible para la colonización (Hernández-Rosas, 2000; Benzing, 1990). Pero la tendencia general de las epifitas, de preferir soportes más gruesos, depende en gran medida de la especie. En *O. poikilostalix*, sus características morfológicas y preferencias microclimáticas, típicas de las orquídeas de ramilla, parecen tener mayor influencia en el microhábitat que ocupan en el forofito.

En FM, en el caso de los cafetos en 2008, es baja la cantidad de plántulas reclutadas que llegan a adultas, en el micrositio tronco (Figura 53). Este comportamiento posiblemente esté asociado con la ubicación de este micrositio en la parte inferior de la planta y las condiciones microclimáticas que lo caracterizan. La ubicación probablemente favorezca la recepción de semillas caídas desde las ramas y la mayor humedad relativa a su vez puede favorecer la presencia de hongos micorrízicos, que son determinantes y garantizan la buena germinación de la orquídea, no así su supervivencia, que requiere además condiciones de mayor iluminación y corrientes de aire.

En los cafetos de BJ el comportamiento fue distinto, ya que comparativamente la cantidad de plántulas reclutadas que llegan a adultas, en el micrositio tronco, es elevada con respecto a las plántulas reclutadas (Figura 57). No obstante, se debe

considerar que esta población aparentemente está en proceso de establecimiento, por lo que aún no marca tendencias claras.

Las ramas en los cafetos, tanto en FM como en BJ, fue el micrositio donde se encontró el mayor número de orquídeas de los cuatro estadios de vida. El reclutamiento fue bajo comparativamente, pero en la mayoría de las parcelas es elevada la cantidad de *O. poikilostalix* que llegan a adultas (Figuras 53 y 57).

Las ramillas tuvieron un nivel de ocupación intermedio, después de las ramas y por encima del tronco (Figuras 53 y 57), aunque en las Parcelas 3 y 5 no se encontró ningún individuo en esta unidad ecológica (Figuras 52 y 55). La relativa abundancia de orquídeas reportada en este micrositio en las dos áreas de estudio (FM y BJ) puede estar asociada a las necesidades ecofisiológicas de *O. poikilostalix*. No obstante, en esta unidad ecológica el número de plántulas que llegan a adultas, tampoco fue relevante, registrándose en general pocos adultos en comparación con las plántulas y juveniles (Figuras 53 y 57), lo que puede estar influido por las acciones de manejo en la plantación, como ya se refirió anteriormente.

En el caso de los árboles de sombra en 2008, el escaso número de *O. poikilostalix* encontrado ocupando ramas (solo 7 en FM; J-2, A-5) (Figura 47) no permite hacer un análisis adecuado de la distribución de los individuos. Como en los cafetos, las horquetas no son un micrositio adecuado para *O. poikilostalix* y no se encontró ningún ejemplar ocupando este micrositio (Figuras 47 y 49). En el caso específico del micrositio rama, la escasez de orquídeas puede estar asociada a las acciones de manejo del cafetal. El tronco fue el micrositio con mayor cantidad de individuos de *O. poikilostalix*, de todos los estadios de vida, aunque, en comparación con los forofitos cafeto, no fue una cantidad elevada (78 individuos, FM: 56; P-35, J-5, A-16; BJ: 22; J-10, A-12) (Figuras 47 y 49).

Esta poca presencia de orquídeas en árboles puede estar asociada con la escasez de hongos micorrícicos o con las características morfológicas de la orquídea, pese a que la mayoría de los árboles tenían abundancia de musgos y cortezas de medianamente rugosas a muy rugosas y a que el largo del tronco en muchas ocasiones era igual a la altura total de los cafetos, por lo que tenían una buena exposición a las semillas que emitían las cápsulas de todos los micrositos de los cafetos.

5.2.10. Relación y asociación entre diferentes variables cualitativas

Tanto en el caso de los cafetos como en el de los árboles de sombra, la aplicación de un Modelo Loglineal nos permitió apreciar la asociación entre variables tales como: sitio (FM y BJ), micrositio (Unidad Ecológica) (los 4 empleados en cafetos y los 3 empleados en árboles) y estadio de vida de la orquídea (plántula, juvenil o adulta). Las abreviaciones empleadas responden a estas variables: micro (micrositio), estad.vida (estadio de vida).

Primero se realizó un Modelo Loglineal Saturado (Tablas 18 y 20), que incluye todas las posibles interacciones de las variables seleccionadas, esperando poder reducirlo a un modelo más simple, ya que este es un modelo complejo (Piol, 2003). Posteriormente se quita una interacción o factor y se prueba mediante máxima verosimilitud si el factor eliminado no es significativo. El proceso se sigue hasta obtener un modelo simple, que ya no sea posible reducir o simplificar más, obteniéndose el Modelo Jerárquico (Tablas 19 y 21). Este modelo está compuesto por sub-juegos (ecuaciones de menor orden que el Modelo Saturado) provenientes del Modelo Loglineal Saturado. De esta forma se genera un Modelo Loglineal más sencillo y con un grado aceptable de precisión (Piol, 2003).

En el caso de los cafetos, en el Modelo Saturado se observa que no existe relación entre las tres variables analizadas (Tabla 18), por lo que se desarrolla el Modelo Jerárquico sin tener en cuenta esta relación.

Tabla 18. Modelo Loglineal Saturado de la asociación entre sitio, micrositio y etapa de crecimiento de *Oncidium poikilostalix* en cafetos.

Análisis de varianza de máxima verosimilitud			
Source	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
sitio	1	2.07	0.1499
micro	3	115.44	<.0001
sitio*micro	3	16.24	0.0010
estad.vida	2	194.85	<.0001
sitio* estad.vida	2	0.42	0.8119
micro*estad.vida	6	23.09	0.0008
sitio*micro*estad.vida	6	7.00	0.3206
Likelihood Ratio	0	.	.

En el Modelo Jerárquico se aprecia que existe significancia en las tres relaciones analizadas (sitio-micro, sitio- estad.vida y micro-estad.vida) (Tabla 19).

Tabla 19. Modelo Jerárquico de la asociación entre sitio, micrositio y etapa de crecimiento de *Oncidium poikilostalix* en cafetos.

Análisis de varianza de máxima verosimilitud

Source	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
sitio	1	0.15	0.6947
micro	3	128.31	<.0001
sitio*micro	3	193.68	<.0001
estad.vida	2	516.89	<.0001
sitio* estad.vida	2	24.28	<.0001
micro*estad.vida	6	17.74	0.0069
Likelihood Ratio	6	6.50	0.3695

La diferencias significativa de los cafetos en la relación sitio-micro, está determinada por el menor número de orquídeas que se contabilizó de forma general en BJ con respecto a FM, deferencia que se mantuvo al comparar cada micrositio en particular de un sitio al otro (Figuras 24 y 33). Solo en las horquetas se encontró el mismo número de *O. poikilostalix* (2) en ambos sitios (Figuras 24 y 33). Tanto en FM como en BJ, las horquetas tuvieron igual cantidad de ejemplares (2), seguido por el tronco (M:172 y BJ:38), las ramillas (M:297 y BJ:60) y por último las ramas (M:589 y BJ:114) con la mayor cantidad de ejemplares (Figuras 24 y 33).

En cuanto a la diferencia significativa de las relaciones sitio-estad.vida y micro-estad.vida, está dada también por la diferencia en el número de orquídeas tanto de forma general, como de un micrositio a otro y de un estadio de vida a otro, en ambos sitios (Figuras 24 y 33). En total el 83.27% (1060) de todas las *O. poikilostalix* encontradas en cafetos se contabilizaron en FM, contra el 16.73% (214) en BJ (Figuras 24 y 33). De estos porcentajes generales, el 16.49% (210, FM-172 y BJ-38) de las orquídeas se encuentran en el micrositio 1, el 0.31% (4, FM-2 y BJ-2) en el micrositio 2, el 55.18 % (703, FM-589 y BJ-114) en el micrositio 3 y el 28.02% (357, FM-297 y BJ-60) en el micrositio 4 (Figuras 24 y 33). En el micrositio 1 se encontraron 92 plántulas (FM-78 y BJ-14), 63 juveniles (FM-52 y BJ-11) y 55 adultas (FM-42 y BJ-13), en el micrositio 2, 1 plántula (FM-1 y BJ-0), 2 juveniles (FM-1 y BJ-1) y 1 adulta (FM-0 y BJ-1), en el micrositio 3, 169 plántulas (FM-146 y BJ-23), 274 juveniles (FM-225 y BJ-49) y 260

adultas (FM-218 y BJ-42) y por último en el micrositio 4, 145 plántulas (FM-119 y BJ-26), 148 juveniles (FM-121 y BJ-27) y 64 adultas (FM-57 y BJ-7) (Figuras 53 y 57).

En los árboles de sombra, en el Modelo Saturado, también se observa que no existe relación entre las tres variables analizadas (Tabla 20), por lo que se desarrolló el Modelo Jerárquico sin tener en cuenta esta relación. En este caso el Modelo Jerárquico marca que solo existen diferencias significativas en la relación sitio-estad.vida (Tabla 21).

Tabla 20. Modelo Loglineal Saturado de la asociación entre sitio, micrositio y etapa de crecimiento de *Oncidium poikilostalix* en árboles de sombra.

Análisis de varianza de máxima verosimilitud

Source	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
sitio	1	2.44	0.1181
micro	2	32.30	<.0001
sitio*micro	2	1.34	0.5127
estad.vida	2	1.46	0.4816
sitio* estad.vida	2	1.46	0.4828
micro*estad.vida	4	0.75	0.9456
sitio*micro*estad.vida	4	7.89	0.0955
Likelihood Ratio	0	.	.

Tabla 21. Modelo Jerárquico de la asociación entre sitio, micrositio y etapa de crecimiento de *Oncidium poikilostalix* en árboles de sombra.

Análisis de varianza de máxima verosimilitud

Source	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
sitio	1	3.44	0.0636
micro	2	56.66	<.0001
sitio*micro	2	1.40	0.4972
estad.vida	2	3.10	0.2122
sitio* estad.vida	2	15.39	0.0005
micro*estad.vida	4	3.51	0.4762
Likelihood Ratio	4	8.09	0.0882

La diferencia significativa en la relación sitio-estad.vida está dada por la diferencia en el número de orquídeas en los diferentes estadios de vida entre ambos sitios. De las 85 *O. poikilostalix* que se contabilizaron en total en los árboles de sombra de las dos localidades, 35 fueron plántulas, 17 fueron juveniles y 33 fueron adultas (Figuras 47 y

49). En FM se encontró el 100% de las plántulas (35), el 41.18% de los juveniles (7) y el 63.64% de los adultos (21) (Figura 47). Mientras en BJ no se encontraron plántulas, tuvo el 58.82% de los juveniles (10) y solo el 36.36% de los adultos (12) (Figura 49).

5.2.11. Floración

En las dos áreas estudiadas (FM y BJ) la especie puede encontrarse en floración desde julio hasta diciembre, alcanzando el pico en los meses de agosto y septiembre.

Es interesante resaltar que en varias ocasiones se observó a una chinche (Orden Hemiptera, Familia Miridae) alimentándose de los botones tiernos de *O. poikilostalix*, aunque este depredador nunca se encontró generalizado ni en grandes proporciones.

Durante el transcurso del trabajo se comprobó que algunas plantas de *O. poikilostalix*, son capaces de volver a tener una segunda floración en la misma espiga, dentro del mismo período de floración. Los nuevos botones se desarrollan en las mismas cicatrices dejadas por la floración anterior. Este comportamiento no es generalizado en la población, ni sigue un patrón determinado por tamaño, ubicación en el forofito o cualquier otro factor relacionado con la orquídea. Algunos ejemplares de *O. poikilostalix* donde se comprobó este comportamiento, ya tenían frutos de su primera floración y tuvieron la segunda en estas mismas espigas donde ya tenían la/las cápsulas. Las flores de esta segunda floración mantienen sus características y no sufren modificaciones en su forma o tamaño. Este comportamiento no es común en la familia Orchidaceae y representa una adaptación interesante ya que eleva la capacidad reproductiva de la orquídea optimizando recursos, la planta es capaz de reutilizar la vara floral original y no tiene que volver a invertir en la emisión de una nueva.

En los períodos de floración de 2008 y 2009, que fueron los años analizados, la porción en estado reproductivo de las poblaciones de *O. poikilostalix* fue abundante en ambos sitios (Tablas 22 y 23).

En BJ se contabilizaron en 2008, 22 *O. poikilostalix* encima de dos chalum (*Inga* sp.) (Figura 29), uno de ellos en la Parcela 5 y otro en la Parcela 6 (Tabla 10). De estos árboles, el que se encontraba en la Parcela 6, perdió las 21 orquídeas (10 juveniles y 11 adultas) que lo ocupaban, al ser cortado a un metro de altura, porque el productor consideró que le brindaba demasiada sombra al cultivo. El árbol de la Parcela 5, perdió

la orquídea adulta que tenía, al ser arrancada accidentalmente con la caída de una rama, durante la poda periódica a la que son sometidos estos árboles de sombra. En este último caso, se perdió la orquídea adulta más vieja y desarrollada de la población de BJ. Con la eliminación de estas *O. poikilostalix* en BJ, se perdió el 100% de las orquídeas reportadas creciendo sobre árboles de sombra en este sitio.

En los cafetos también se perdieron dos *O. poikilostalix* adultas que habían sido reportadas en 2008, una en el micrositio tronco y otra en el micrositio rama, ambas en la Parcela 6. En FM, también debido a acciones de manejo del cafetal, se perdieron 30 *O. poikilostalix* adultas que habían sido contabilizadas en 2008, todas creciendo sobre cafetos, de ellas, ocho en el tronco, 15 en las ramas y siete en las ramillas.

Según Mondragón, (2009), la pérdida de individuos adultos puede tener efectos catastróficos en las poblaciones de orquídeas, ya que generalmente son especies longevas, en las que el reclutamiento de nuevos individuos es poco frecuente (García-Soriano, 2003; Winkler y Hietz, 2001; Zotz, 1998) y solo son capaces de sustituir a los individuos que pierden de forma natural (Mondragón, 2009). En el caso de las orquídeas de ramilla, su ciclo de vida es corto, debido a las condiciones de falta de recursos y perturbación, a las que están sometidas en los microhábitas que ocupan (Mondragón et al., 2007; Gravendeel et al., 2004), siéndole más fácil a sus poblaciones recuperarse de las pérdidas de individuos.

Los datos indican que *O. poikilostalix*, responde muy bien a este fenómeno de pérdida de individuos y la porción en estado reproductivo de ambas poblaciones se vio enriquecida con orquídeas reportadas como juveniles en 2008 y que tuvieron su primera floración en 2009. En este caso hubo 108 ejemplares en FM (15 en tronco, 1 en horqueta, 55 en ramas y 37 en ramillas; 65 en la Parcela 1, 40 en la Parcela 2 y 3 en la Parcela 3) (Figuras 58 y 60 y Tabla 22). En BJ fueron 14 ejemplares (3 en tronco, 1 en horqueta, 9 en ramas y 1 en ramillas; 5 en la Parcela 4, 2 en la Parcela 5 y 7 en la Parcela 6) (Figuras 59 y 61 y Tabla 23).

Este incremento de orquídeas adultas, tanto en FM como en BJ, en el caso de los cafetos, permite que aumente el porcentaje reproductor de la población, el cual fue de 29.9% en 2008 y de 38.54% en 2009, para el primer caso, y de 30.04% en 2008 y 35.84% en 2009, en el segundo caso (Tablas 22 y 23).

Tabla 22. Datos generales de floración de *Oncidium poikilostalix*, en cafetos y árboles de sombra, por parcela (625 m²) y período (número de orquídeas adultas en cafetos y en árboles de sombra, porcentaje que representan estas orquídeas adultas del total de ejemplares contabilizados en árboles de sombra y en cafetos, número de flores producidas por las orquídeas que se localizaron sobre cafetos y sobre árboles de sombra, número de flores promedio por planta de *O. poikilostalix* en cafetos y en árboles de sombra). Fracción Montecristo.

Parcela	No. orquí. adultas cafeto	No. orquí. adultas árbol	% del total en cafeto	% del total en árbol	No. de flores en cafeto	No. de flores en árbol	Flores promedio x planta de orquí. cafeto	Flores promedio x planta de orquí. árbol
2008								
1	239	3	31.36	100	4802	49	20.09	16.33
2	69	15	24.82	26.78	1628	456	23.59	30.4
3	9	3	45	75	617	75	68.55	25
General	317	21	29.9	33.33	7047	580	22.23	27.61
2009								
1	273	3	37.09	100	6378	132	23.36	44
2	111	20	40.51	35.71	2964	1261	26.7	63.05
3	13	4	65	100	736	170	56.61	42.5
General	397	27	38.54	42.85	10078	1563	25.38	57.88

Tabla 23. Datos generales de floración en cafetos y árboles de sombra por parcela (625 m²) y período (número de orquídeas adultas en cafetos y en árboles de sombra, porcentaje que representan estas orquídeas adultas del total de ejemplares contabilizados en árboles de sombra y en cafetos, número de flores producidas por las orquídeas que se localizaron sobre cafetos y sobre árboles de sombra, número de flores promedio por planta de *O. poikilostalix* en cafetos y en árboles de sombra). Benito Juárez El Plan.

Parcela	No. orquí. adultas cafeto	No. orquí. adultas árbol	% del total en cafeto	% del total en árbol	No. de flores en cafeto	No. de flores en árbol	Flores promedio x planta de orquí. cafeto	Flores promedio x planta de orquí. árbol
2008								
4	36	0	37.89	0	425	0	11.8	0
5	5	1	62.5	100	74	164	14.8	164
6	23	11	20.9	52.38	307	119	13.34	10.81
General	64	12	30.04	54.54	970	283	15.15	23.58
2009								
4	42	----	44.21	----	577	----	13.73	----
5	6	----	75	----	220	----	36.66	----
6	28	----	25.68	----	634	----	22.64	----
General	76	----	35.84	----	1431	----	18.82	----

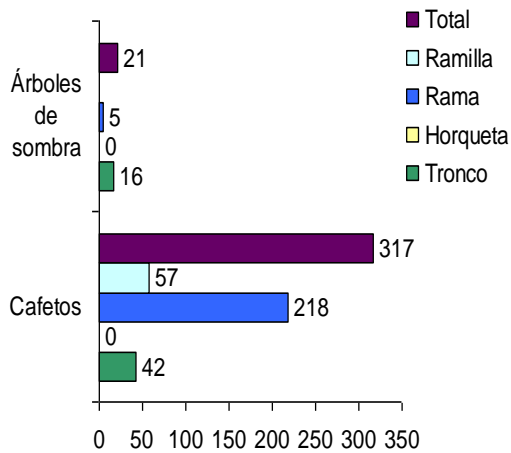


Figura 58. Orquídeas adultas por micrositio, Fracción Montecristo (1875 m²). Periodo 2008.

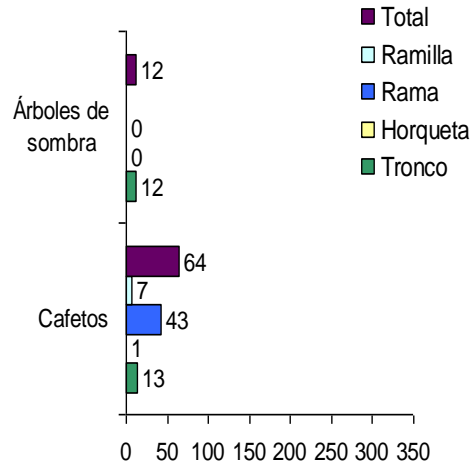


Figura 59. Orquídeas adultas por micrositio, Benito Juárez El Plan (1875 m²). Periodo 2008.

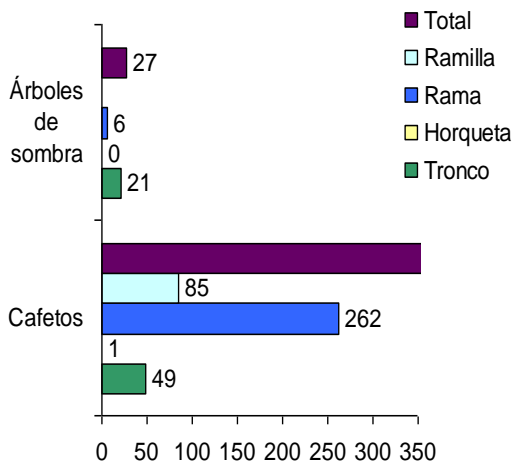


Figura 60. Orquídeas adultas por micrositio, Fracción Montecristo (1875 m²). Periodo 2009.

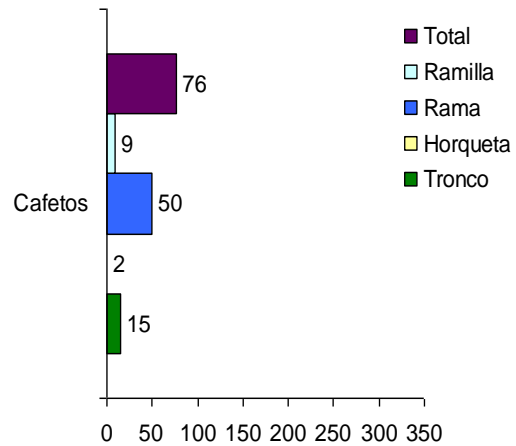


Figura 61. Orquídeas adultas por micrositio, Benito Juárez El Plan (1875 m²). Periodo 2009.

El número de orquídeas adultas influye en gran medida en los índices de floración y estos a su vez juegan un papel importante en los índices de fructificación. Elevados índices de fructificación contribuyen de manera decisiva a lograr la supervivencia y expansión de la especie, por lo que el aumento en el porcentaje reproductor de las

poblaciones de *O. poikilostalix* le ofrecen mejores posibilidades a la especie para su expansión y consolidación en la zona de estudio.

Para el período 2008, el mayor número de plantas adultas en cafetos lo tiene la Parcela 1, por lo que es también la que posee el mayor número total de flores, aunque tiene el cuarto menor promedio de flores por orquídea, después de las Parcelas 5, 6 y 4 en este orden (Tablas 22 y 23).

En el período 2009, la Parcela 1 mantiene el mayor número de *O. poikilostalix* adultas, con un aumento de 39 ejemplares, manteniendo también el mayor número de flores, con 1576 más que en 2008. La Parcela 1, en este período pasa a tener el tercer menor promedio de flores por orquídea, después de las Parcelas 6 y 4 (Tablas 22 y 23).

En los dos periodos de floración en los que se tomaron los datos de campo se encontraron *O. poikilostalix* adultas que no produjeron flores. En este caso en 2008, se registraron 14 ejemplares en FM y ocho en BJ (Tabla 24). En 2009, fueron dos ejemplares en FM y 11 en BJ (Tabla 24).

Globalmente en 2008, en FM dejó de florecer el 4.14% de la población adulta, cifra que disminuyó hasta un 0.47% en 2009. En BJ, no floreció el 10.66% de la población adulta, pero en este caso la cifra se incrementó a un 14.47% en 2009. Además hay que tener en cuenta que en este segundo período, en FM se perdieron definitivamente 30 *O. poikilostalix* reproductoras y en BJ 14, que representan respectivamente el 8.87% y el 18.42% de la población adulta que había en 2008.

No obstante, para 2009 también hubo un incremento en el número de *O. poikilostalix* adultas, derivado de los 108 individuos en FM y de los 14 en BJ, que eran juveniles en 2008 y tuvieron su primera floración en 2009. Porcentualmente este incremento representa un 31.95% para FM y un 18.42% para BJ, lo que supera e iguala las pérdidas en cada caso.

Tabla 24. *Oncidium poikilostalix* adultos que no produjeron flores en los periodos de floración 2008 y 2009, por micrositio y tipo de hospedero. Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6).

Parcela	Cafetos			Árboles	
	Tronco	Ramas	Ramillas	Tronco	Ramas
2008					
1	4	4	0	0	1
2	0	4	0	1	0
3	0	0	0	0	0
Total	4	8	0	1	1
4	0	3	0	0	0
5	1	0	0	0	0
6	0	1	1	2	0
Total	1	4	1	2	0
2009					
1	0	0	2	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Total	0	0	2	0	0
4	4	5	1	0	0
5	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
Total	5	5	1	0	0

Si solo se toman las cifras en conjunto de cafetos, teniendo en cuenta que *O. poikilostalix* fundamentalmente está asociada a este sustrato, se obtiene que en 2008 dejaron de florear el 4.72% de las orquídeas reproductoras, disminuyendo a un 2.74% en 2009, se perdió el 11.54% de los adultos para 2009 y hubo un incremento del 25.79% con las 122 nuevas *O. poikilostalix* adultas incorporadas a esta categoría.

En ambos sitios y períodos de floración, el mayor número de flores totales se contabilizó en los cafetos, particularmente en las ramas, en este caso (Figuras 62, 63, 64 y 65) y en el tronco para los árboles de sombra (Figuras 66, 67 y 68), que son los micrositios con mayor cantidad de *O. poikilostalix* en cada uno de los soportes. El

número total de flores de 2008 a 2009, teniendo en cuenta ambos sitios y tipos de forofito, es significativamente diferente ($\chi^2= 870.880$; g.l.= 1; $P= 2.1003e-191$; Chi-cuadrado), debido fundamentalmente al incremento de la porción reproductora de las poblaciones de *O. poikilostalix*. Por sitios, estas diferencias significativas entre el número de flores de uno y otro año, se mantienen tanto en FM ($\chi^2= 836.215$; g.l.= 1; $P= 7.2191e-184$; Chi-cuadrado), como en BJ ($\chi^2= 46.4143$; g.l.= 1; $P= 9.57144e-12$; Chi-cuadrado), debido también al aumento en el número de plantas adultas de 2008 a 2009.

En FM, tanto en 2008 como en 2009, la mayor cantidad de flores en todos los micrositios del cafeto se contabilizó en la Parcela 1 (Figuras 62 y 64). En BJ, la mayor cantidad de flores totales se encontró en la Parcela 4, aunque no fue así para todos los micrositios (Figuras 63 y 65).

En los árboles de sombra de FM, en ambos períodos, la mayor cantidad de flores en todas las unidades ecológicas se encontró en la Parcela 2 (Figuras 66 y 68). En BJ, en este sustrato, solo hubo flores en 2008, debido a la pérdida de las plantas adultas de los árboles para 2009. En 2008 únicamente se encontraron orquídeas en el tronco, en las Parcelas 5 y 6. La Parcela 5 fue la que mayor número de flores tuvo (Figura 67).

Analizando los datos de floración en cafeto por micrositios, de un año a otro, no se observan diferencias significativas en el número de flores por micrositio, en el caso de BJ ($\chi^2= 5.890$; g.l.= 3; $P= 0.117$; Pearson Chi-cuadrado). En FM, si se observan diferencias significativas en este aspecto ($\chi^2= 104.718$; g.l.= 3; $P= 1.5025e-22$; Pearson Chi-cuadrado), lo cual es determinado por el importante incremento en el número de flores en todos los micrisitios en el período de floración 2009, principalmente en las Parcelas 1 y 2 (Figuras 62 y 64).

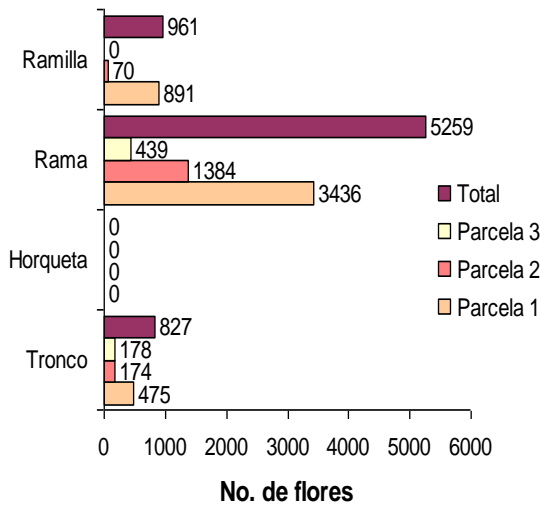


Figura 62. Número de flores por micrositios del cafeto, Fracción Montecristo (625 m²). Período 2008.

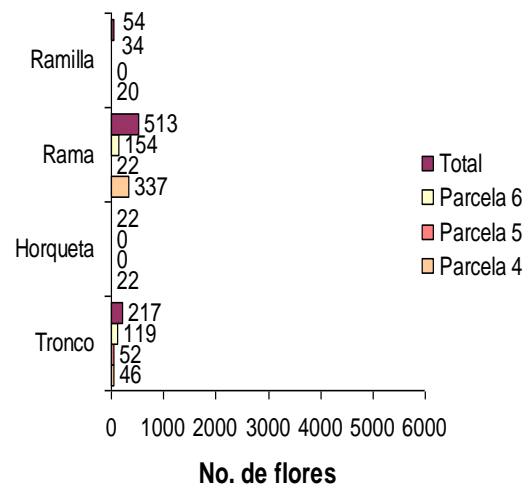


Figura 63. Número de flores por micrositios del cafeto, Benito Juárez El Plan (625 m²). Período 2008.

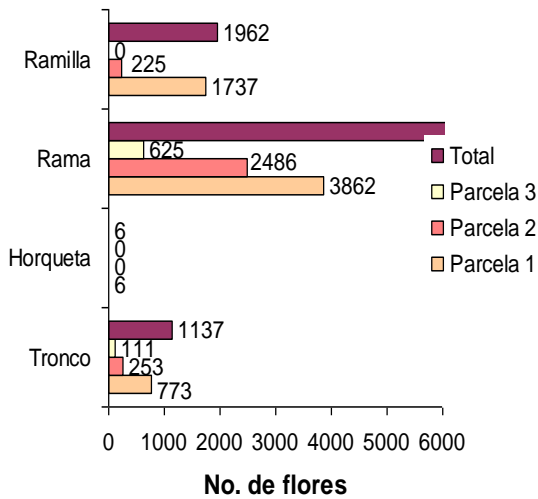


Figura 64. Número de flores por micrositios del cafeto, Fracción Montecristo (625 m²). Período 2009.

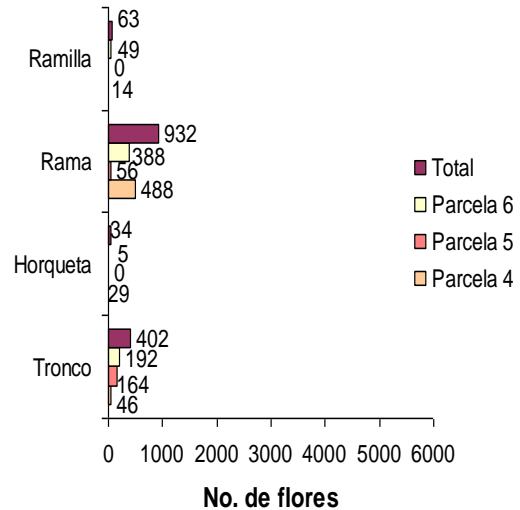


Figura 65. Número de flores por micrositios del cafeto, Benito Juárez El Plan (625 m²). Período 2009.

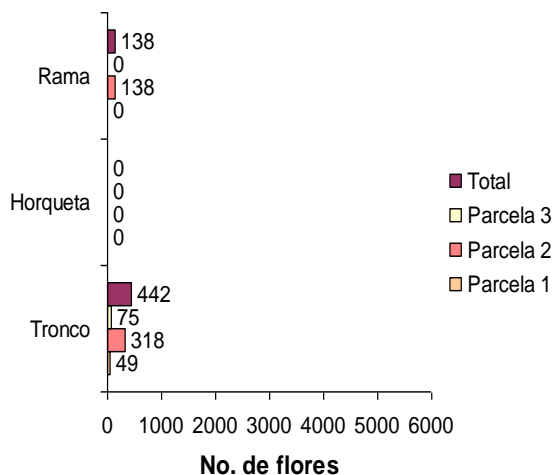


Figura 66. Número de flores por micrositios de los árboles de sombra, Fracción Montecristo (625 m²). Período 2008.

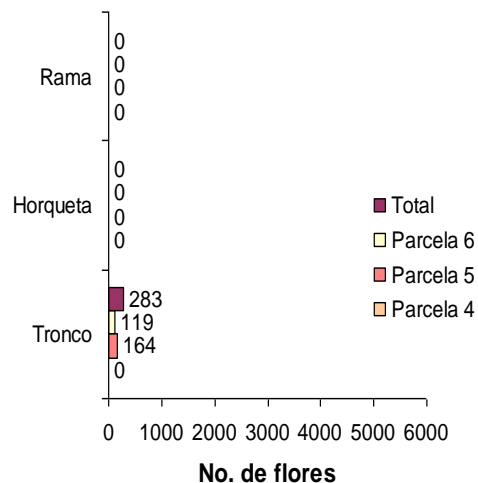


Figura 67. Número de flores por micrositios de los árboles de sombra, Benito Juárez El Plan (625 m²). Período 2008.

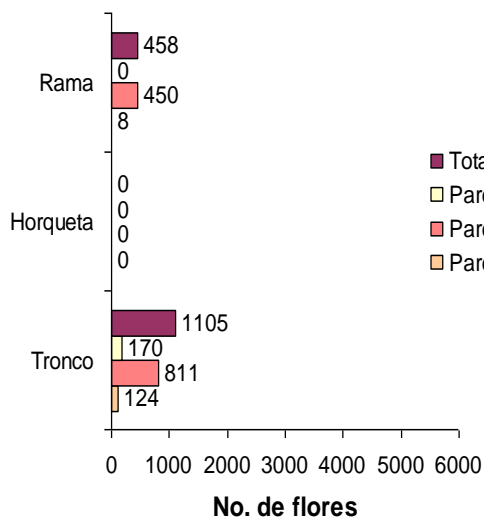


Figura 68. Número de flores por micrositios de los árboles de sombra, Fracción Montecristo (625 m²). Período 2009.

En ambos años, la mayor cantidad de flores se obtuvo en las ramas, en las seis parcelas, excepto en la Parcela 2 (Figuras 62, 63, 64 y 65).

En relación con el número promedio de flores por espiga, no se encontró un patrón y parece ser independiente de aspectos como, el tipo de planta hospedera, el número de flores de cada parcela o el micrositio. Solo se puede relacionar con el tamaño de la orquídea, ya que en el campo se pudo apreciar que generalmente las *O. poikilostalix* más grandes tenían las espigas más largas y el mayor número de flores en ellas.

En 2008, para los árboles de sombra, el número promedio de flores por espiga osciló entre 8.5, en tronco, en la Parcela 6 y 10.25, también en tronco, en la Parcela 5 (Figuras 69 y 70). En los cafetos se mantuvo entre cinco, en ramilla, en la Parcela 4 y 13, en tronco, en la Parcela 5 (Figuras 71 y 72). Estos extremos de los cafetos fueron los menores y mayores que se obtuvieron en este periodo de floración, para ambos sitios y tipo de planta hospedera.

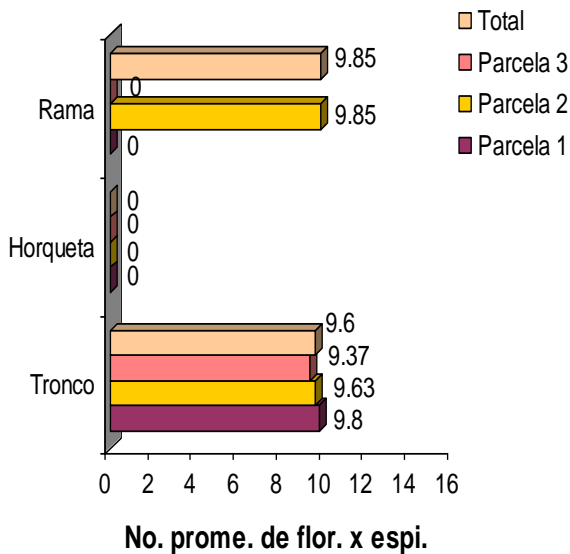


Figura 69. Número promedio de flores por espiga en los micrositios de los árboles de sombra, Fracción Montecristo (625 m²). Período 2008.

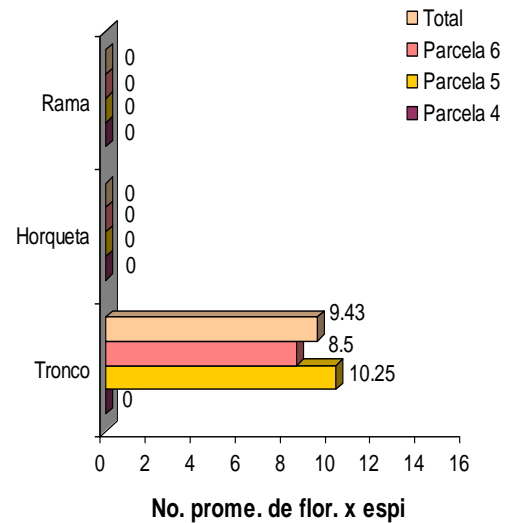


Figura 70. Número promedio de flores por espiga en los micrositios de los árboles de sombra, Benito Juárez El Plan (625 m²). Período 2008.

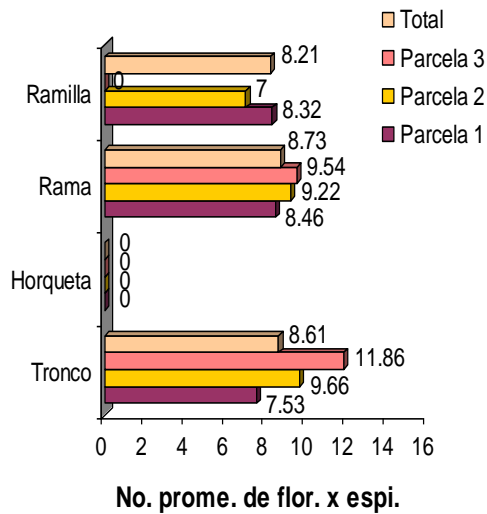


Figura 71. Número promedio de flores por espiga en los micrositos del cafeto, Fracción Montecristo (625 m²). Período 2008.

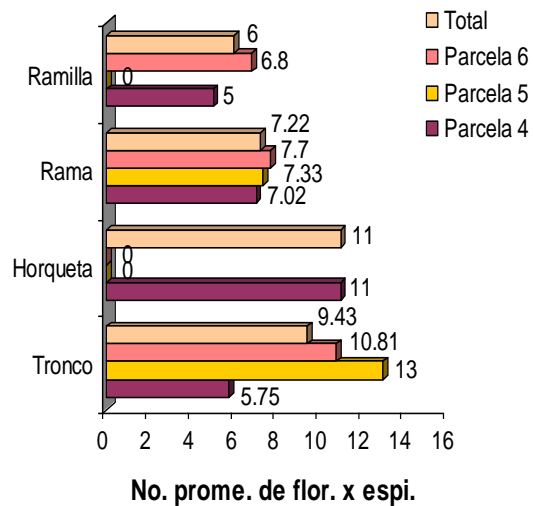


Figura 72. Número promedio de flores por espiga en los micrositos del cafeto, Benito Juárez El Plan (625 m²). Período 2008.

En 2009, para los árboles de sombra, los extremos estuvieron entre 8, en ramas, en la Parcela 1 y 11.42, en la Parcela 2, en tronco (Figura 73). En este período no se pueden comparar FM y BJ, por la ausencia de plantas adultas en este último sitio. En los cafetos, el promedio oscilo entre 4.66, en ramillas, en la Parcela 4 y 14.5, en horquetas, también en la Parcela 4 (Figuras 74 y 75).

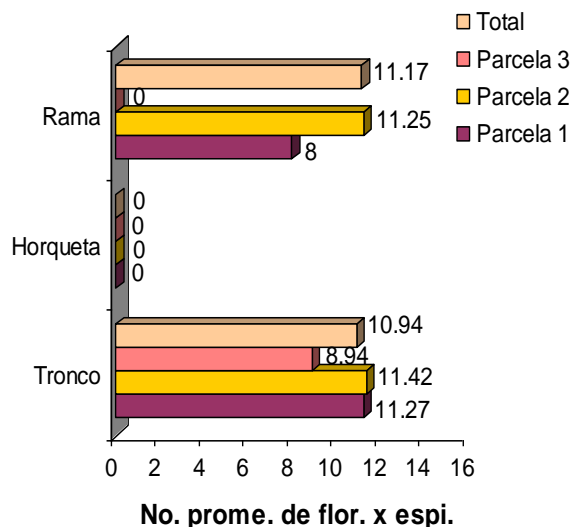


Figura 73. Número promedio de flores por espiga en los micrositios de los árboles de sombra, Fracción Montecristo (625 m²). Período 2009.

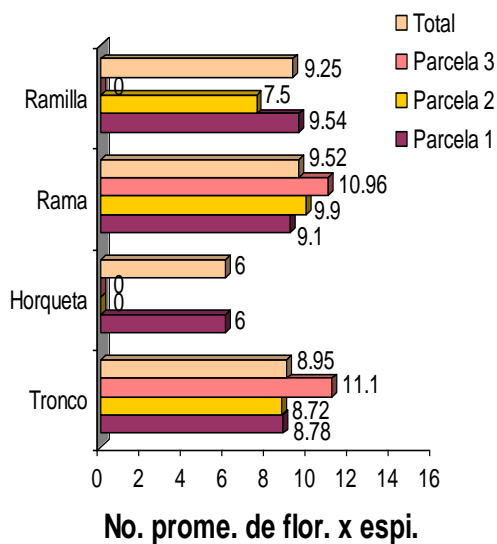


Figura 74. Número promedio de flores por espiga en los micrositios del cafeto, Fracción Montecristo (625 m²). Período 2009.

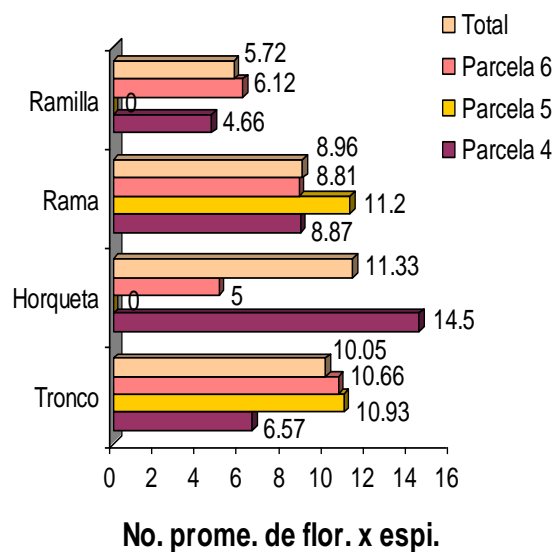


Figura 75. Número promedio de flores por espiga en los micrositios del cafeto, Benito Juárez El Plan (625 m²). Período 2009.

5.2.12. Polinización y fructificación

El polinizador de *O. poikilostalix* no está registrado en la bibliografía y fue imposible determinarlo con certeza en el transcurso de la investigación. Posiblemente esta orquídea sea polinizada por una abeja recolectora de aceite (Pupulin et al., 2008). Archila, (2007) menciona que *O. guatemalenooides* es polinizada por *Trigona fulviventris* subsp. *fulviventris*, siendo muy semejantes esta especie y *O. poikilostalix*.

Durante el período de estudio, solo se pudieron observar dos visitas de *T. fulviventris* a *O. poikilostalix*, siendo el único insecto que se encontró visitándola. No obstante, en ninguna de estas visitas la abeja se llevó las polinias, a pesar de que pasó 1 min en la primera visita y 1.5 min en la segunda, visitando flores de la misma espiga.

Durante este tiempo la abeja desplegó un comportamiento de recolección, aparentemente de aceites, siempre en la base del labelo de la flor, utilizando las patas delanteras, siempre de frente a la columna donde se encuentran las polinias, aunque nunca llegó a tocarlas.

Posiblemente *T. fulviventris* sea el polinizador de *O. poikilostalix*, ya que el genero *Trigona* frecuentemente colecta materiales resinosos o aceitosos (Reyes-Novelo, 2004), como los que probablemente produzca esta orquídea. Los tamaños de flor y abeja coinciden, es una especie de abeja relativamente abundante, es generalista y su comportamiento sugiere que tiene la capacidad para explotar los recursos que probablemente le ofrece *O. poikilostalix*. No obstante, *T. fulviventris* es una de las especies de abejas que más incurren en el robo de recursos, como néctar o polen, sin polinizar las flores, además de interactuar o competir con los verdaderos polinizadores (Reyes-Novelo, 2004).

En *O. poikilostalix* los frutos se pueden encontrar abriendo desde marzo hasta junio, desarrollándose el pico de apertura de cápsulas en mayo.

Teniendo en cuenta todas las flores producidas en el periodo de floración de 2008, tanto en cafetos como en árboles de sombra, se obtiene un porcentaje de polinización del 1.7% en FM y de 2.93% en BJ. De forma general, incluyendo todas las flores de ambos sitios y plantas hospederas, se obtiene 1.85% de polinización para ambas poblaciones.

En este mismo período, el porcentaje de polinización en cafetos, tanto en FM como en BJ fue bajo, aunque en BJ casi fue el doble que en FM (Tabla 25). El proceso fue mucho más eficiente en los cafetos que en los árboles de sombra, donde solo se produjo un fruto en FM, en la Parcela 2 (Tablas 26 y 27), lo que representó un 0.17% de polinización (Tabla 25). En BJ no se produjo ningún fruto en árboles por lo que el porcentaje fue cero (Tablas 26 y 27).

Tabla 25. Porcentaje de polinización de *Oncidium poikilostalix*, por tipo de forofito, en Fracción Montecristo (FM) y Benito Juárez El Plan (BJ).

	FM		BJ	
	Cafetos	Árboles	Cafetos	Árboles
2008				
Flores polinizadas	1.83	0.17	3.97	0
2009				
Flores polinizadas	2.86	0.83	9.17	----

Analizando el proceso por microsítios de los cafetos, en 2008, en función de la cantidad de flores presentes en cada uno de ellos para este mismo período, se obtuvo que en FM solo se produjeron frutos en tres microsítios, hallándose los mayores porcentajes en el tronco y en las ramas, en la misma proporción (Figura 76). En BJ se produjeron frutos en los cuatro microsítios, obteniéndose el mayor porcentaje en las horquetas y el menor en el tronco (Figura 77).

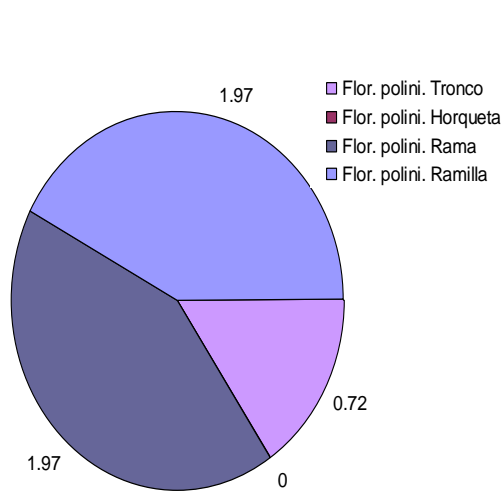


Figura 76. Porcentaje de flores polinizadas por micrositios del cafeto. Período 2008, Fracción Montecristo (1875 m²).

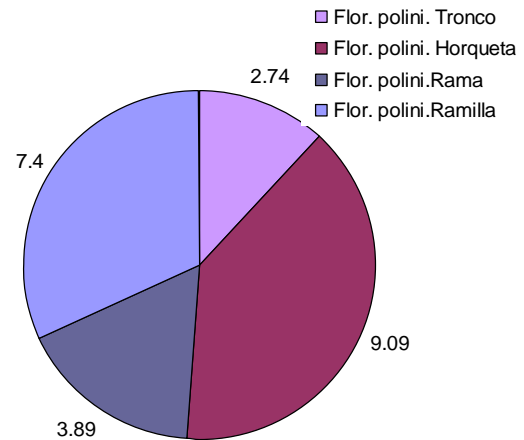


Figura 77. Porcentaje de flores polinizadas por micrositios del cafeto. Período 2008, Benito Juárez El Plan (1875 m²).

Para el periodo de floración de 2009, el porcentaje de polinización en cafetos, tuvo un importante aumento con respecto al año 2008, alcanzando 2.86% en FM y 9.71% en BJ (Tabla 25). El proceso continuó siendo mucho más eficiente en cafetos que en árboles de sombra (Tabla 25), aunque el porcentaje se incrementó con respecto al 2008. En este segundo período, debido a que no hubo forofitos árboles en BJ, solo se obtuvieron frutos en este soporte, en el tronco y las ramas de FM (Tabla 25 y Figura 80).

Teniendo en cuenta todas las flores producidas, tanto en cafetos como en árboles de sombra, se obtiene un porcentaje de polinización del 2.59% en FM y de un 9.71% en BJ. De forma general, incluyendo todas las flores de ambos sitios y plantas hospederas, se obtiene un 3.37% de polinización para ambas poblaciones. Estos porcentajes representan un incremento sustancial con respecto al 2008.

Analizando el proceso por micrositios de los cafetos, en 2009, en función de la cantidad de flores presentes en cada uno de ellos para este mismo período, se obtuvo que en FM la producción de frutos se presentó solamente en tres de los cuatro micrositios, semejante al año 2008, pero hallándose ahora los mayores porcentajes en las ramillas y los menores en el tronco (Figura 78). En BJ si se produjeron frutos en los

cuatro microsítios, obteniéndose el mayor porcentaje igualmente en las ramillas y el menor en el tronco (Figura 79).

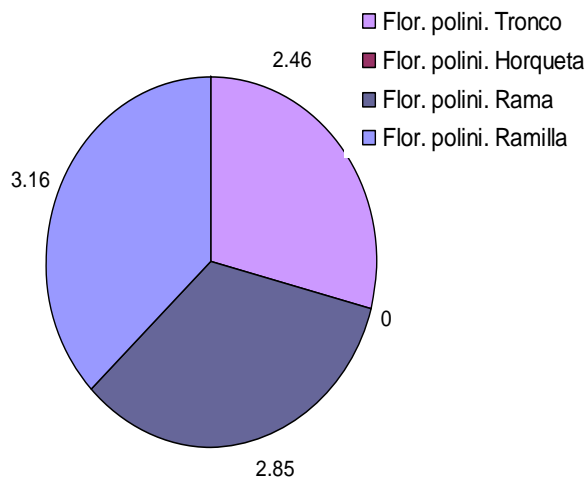


Figura 78. Porcentaje de flores polinizadas por microsítios del café. Período 2009, Fracción Montecristo (1875 m²).

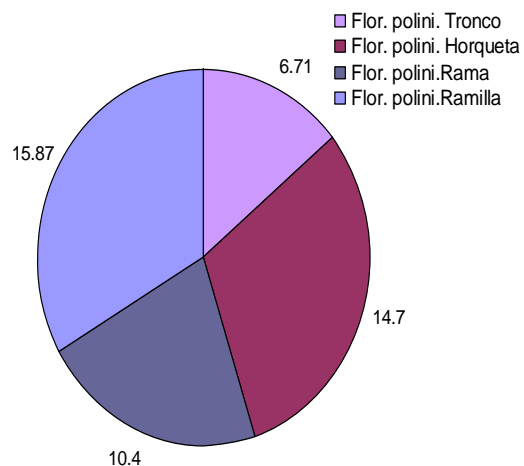


Figura 79. Porcentaje de flores polinizadas por microsítios del café. Período 2009, Benito Juárez El Plan (1875 m²).

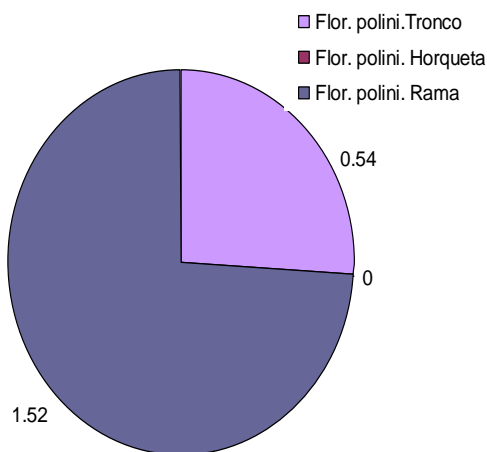


Figura 80. Porcentaje de flores polinizadas por microsítios de los árboles de sombra. Período 2009, Fracción Montecristo (1875 m²).

Tabla 26. Número de frutos de los cafetos y árboles de sombra por parcela (625 m²), unidad ecológica y periodo de floración. Fracción Montecristo.

Parcelas	Tronco cafeto	Tronco árbol	Horqueta cafeto	Horqueta árbol	Rama cafeto	Rama árbol	Ramilla cafeto
2008							
1	5	0	0	0	93	0	19
2	0	0	0	0	11	1	0
3	1	0	0	0	0	0	0
Total	6	0	0	0	104	1	19
2009							
1	21	2	0	0	163	0	56
2	7	4	0	0	35	7	6
3	0	0	0	0	1	0	0
Total	28	6	0	0	199	7	62

Tabla 27. Número de frutos de los cafetos y árboles de sombra por parcela (625 m²), unidad ecológica y periodo de floración. Benito Juárez El Plan.

Parcelas	Tronco cafeto	Tronco árbol	Horqueta cafeto	Horqueta árbol	Rama cafeto	Rama árbol	Ramilla cafeto
2008							
4	4	0	2	0	12	0	1
5	1	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	8	0	3
Total	6	0	2	0	20	0	4
2009							
4	8	----	5	----	54	----	2
5	4	----	0	----	4	----	0
6	15	----	0	----	39	----	8
Total	27	----	5	----	97	----	10

Del año 2008 al 2009, analizando los datos de fructificación por micrositio, no se observan diferencias significativas, en el caso de BJ ($\chi^2=1.549$; g.l.=3; $P=0.671$; Pearson Chi-cuadrado). En FM, si es significativamente diferente el número de frutos ($\chi^2=6.566$; g.l.=2; $P=0.038$; Pearson Chi-cuadrado), lo cual es determinado por el incremento en la cantidad de cápsulas en todos los micrositios, excepto horquetas, en el período de floración 2009 (Tabla 26).

Que el micrositio tronco sea el que menores porcentajes de polinización tiene en ambos sitios y periodos de floración, en el caso de los cafetos, puede ser consecuencia del menor porcentaje de *O. poikilostalix* adultas en este micrositio, lo que determina el menor número de flores, pero también puede estar relacionado con las características y preferencias del polinizador, en cuanto a luz, rango de vuelo, etc.

Generalmente la producción de frutos en las orquídeas puede ser limitada por una variedad de condiciones que no tienen que ser mutuamente excluyentes, ni inmediatamente evidentes, como pueden ser la ausencia de polinizadores, la depredación, las limitaciones de recursos en la planta madre, etc. (Ackerman y Montalvo, 1990).

De forma general *O. poikilostalix* tiene índices de polinización relativamente elevados en el mundo de las orquídeas (Solano-Gómez, 2009), lo que sugiere que algún polinizador local ha logrado adaptarse eficientemente a su morfología floral o que su polinizador natural siempre estuvo presente en la zona o emigró con él.

En BJ, fundamentalmente en cafetos, en ambos período de floración, hay en general una menor cantidad de flores y de frutos que en FM (Tablas 22, 23, 25 y 26), aunque es mayor el porcentaje de polinización en BJ (Tabla 25). Esto probablemente ocurre porque en BJ hay menos disponibilidad de flores, por lo que el insecto polinizador hace un aprovechamiento más eficiente del recurso disponible.

5.2.13. Frutos dañados

De todos los frutos contabilizados en los cafetos, en ambos periodos de floración, en ambos sitios, una pequeña proporción estaba dañada (Tablas 28 y 29). En el caso de los árboles no se reportó ningún fruto afectado (Tablas 28 y 29). Las afectaciones en los

frutos de *O. poikilostalix* pueden deberse a depredación por insectos herbívoros o al aborto natural que sufre la especie.

En cafetos en ambos sitios, en 2008, el mayor porcentaje de frutos afectados se encontró en BJ, con el 18.75% (Tabla 29). En FM estas afectaciones solo se produjeron en frutos de ramas y ramillas (Figura 81), mientras que en BJ se presenta en todos los micrositios, excepto tronco (Figura 82).

En 2009, de forma general el porcentaje de frutos dañados en cafetos fue menor para ambos sitios que en 2008 y no hubo frutos dañados en los árboles de sombra (Tabla 30). El mayor porcentaje de frutos afectados se encontró también en BJ, pero fue menor que en 2008 (Tabla 30). En FM estas afectaciones solo se produjeron en frutos que se encontraban en tronco y ramillas (Tabla 28 y Figura 83), mientras que en BJ solo fue en frutos en ramas (Tabla 29).

Tabla 28. Número de frutos dañados en los cafetos y árboles de sombra, por parcela (625 m²), unidad ecológica y periodo de floración. Fracción Montecristo.

Parcelas	Tronco cafeto	Tronco árbol	Horqueta cafeto	Horqueta árbol	Rama cafeto	Rama árbol	Ramilla cafeto
2008							
1	0	0	0	0	6	0	3
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	6	0	3
2009							
1	1	0	0	0	0	0	2
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	0	0	0	0	0	2

Tabla 29. Número de frutos dañados en los cafetos y árboles de sombra, por parcela (1875 m²), unidad ecológica y periodo de floración. Benito Juárez El Plan.

Parcelas	Tronco cafeto	Tronco árbol	Horqueta cafeto	Horqueta árbol	Rama cafeto	Rama árbol	Ramilla cafeto
2008							
4	0	0	1	0	4	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1
Total	0	0	1	0	4	0	1
2009							
4	0	----	0	----	0	----	0
5	0	----	0	----	0	----	0
6	0	----	0	----	4	----	0
Total	0	----	0	----	4	----	0

Tabla 30. Porcentaje de frutos dañados de *Oncidium poikilostalix*, por tipo de forofito, en Fracción Montecristo (FM) y Benito Juárez El Plan (BJ).

	FM		BJ	
	Cafetos	Árboles	Cafetos	Árboles
2008				
Frutos dañados	6.97	0	18.75	0
2009				
Frutos dañados	1.03	0	2.87	----

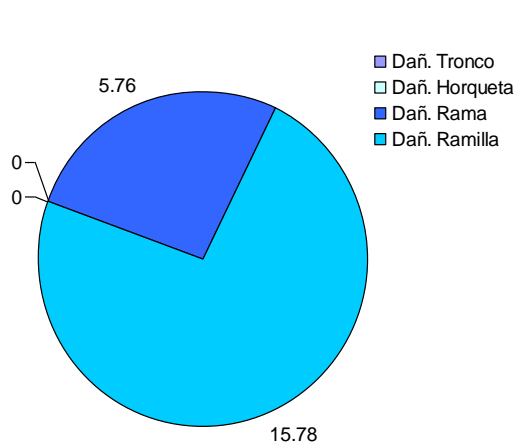


Figura 81. Porcentaje de frutos dañados por micrositios del cafeto. Período 2008, Fracción Montecristo (1875 m²).

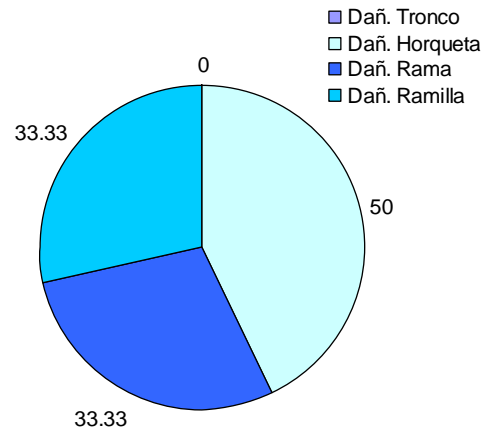


Figura 82. Porcentaje de frutos dañados por micrositios del cafeto. Período 2008, Benito Juárez El Plan (1875 m²).

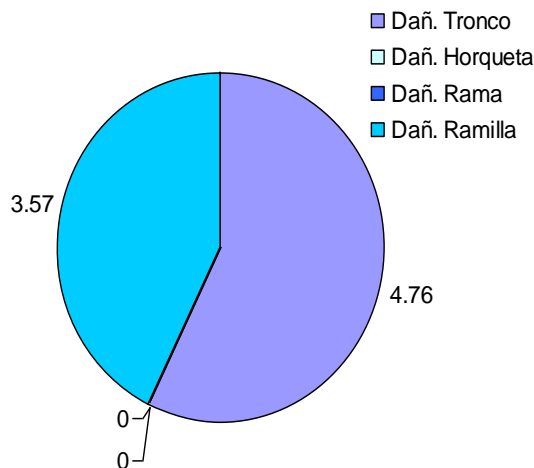


Figura 83. Porcentaje de frutos dañados por micrositios del cafeto. Período 2009, Fracción Montecristo (1875 m²).

El aborto natural que ocurre en parte de los frutos producidos por *O. poikilostalix*, es a consecuencia de que la orquídea no cuenta con los recursos necesarios para sostener y completar la maduración de todos los que se producen, cuando la polinización es exitosa. En este sentido, Ackerman y Montalvo, (1990), compararon la producción de frutos de plantas de *Epidendrum ciliare* L. polinizadas artificialmente y naturalmente,

observando altas tasas de depredación en ambos casos. Muchos de los frutos obtenidos, que estaban en buen estado, abortaron naturalmente (1-37% en polinización natural y 15-28% en polinización artificial), mientras que la masa de semillas obtenidas, disminuyó conforme se incrementó la cantidad de frutos, lo que sugiere limitación en los recursos.

El fenómeno de la pérdida de frutos en *O. poikilostalix* puede considerarse beneficioso siempre que no abarque un número elevado de frutos, que pueda poner en riesgo el recambio poblacional de la especie. En este sentido, Ackerman y Montalvo, (1990), reportan que los efectos a largo plazo de la carga de frutos en *E. ciliare* eran evidentes. Luego de dos años, el número de inflorescencias, el número de flores y el número de flores por inflorescencias disminuyó en las plantas polinizadas artificialmente, en comparación con las plantas polinizadas naturalmente. Este resultado evidencia que una gran producción de frutos puede incidir en la salud, reproducción y supervivencia futura de la orquídea, debido al desgaste excesivo que sufre en el proceso de maduración de un elevado número de frutos.

5.2.14. Lluvia de semillas

El promedio de semillas de una cápsula de *O. poikilostalix* es de 23 044 (empleando tres cápsulas) (Tabla 31).

Tabla 31. Dimensiones y número de semillas de las tres cápsulas analizadas.

	Cápsula chica	Cápsula mediana	Cápsula grande
Largo (cm)	0.97	1.1	1.39
Ancho (cm)	0.61	0.68	0.73
No. de semillas	10 300	25 900	32 933
Dimensiones promedios			
Largo (cm)	1.15		
Ancho (cm)	0.67		
No. de semillas	23 044		

En el periodo 2008, analizando el total de cápsulas sanas contabilizadas en cada parcela, se obtuvo una producción de 3 387 472 en las 0.375 ha que abarcan las seis parcelas (Tabla 32), producidas por el 90.74% de los frutos amarrados.

En las parcelas de FM se produjeron 2 995 720 de semillas, con el 93.08% de los frutos contabilizados en esta área. En BJ, se produjeron 737 408 semillas con el 81.25% de los frutos. No se tuvieron en cuenta las cápsulas dañadas (9.26%, teniendo en cuenta las seis parcelas de las dos áreas de estudio) (Tabla 32), debido a que la mayoría de ellas generalmente no completan su desarrollo y las semillas no llegan a madurar, se reportaron como semillas perdidas. En las parcelas de FM se perdieron 207 396 semillas (6.92% de los frutos dañados). En BJ, se perdieron 138 264 semillas (18.75% de los frutos dañados).

Tabla 32. Número de frutos sanos, frutos dañados, cantidad de semillas producidas y perdidas, en *O. poikilostalix* de los cafetos y árboles de sombra, en cada parcela (625 m²) de Fracción Montecristo (1 a 3) y Benito Juárez El Plan (4 a 6).

Parcelas	No. frutos sanos	No. frutos dañados	No. semillas promedio	No. semillas perdidas (promedio)
2008				
1	108	9	2 488 752	207 396
2	12	0	276 528	0
3	1	0	23 044	0
4	14	5	322 616	115 220
5	1	0	23 044	0
6	11	1	253 488	23 044
Total	147	15	3 387 472	345 660
2009				
1	239	3	5 507 516	69 132
2	59	0	1 359 596	0
3	1	0	23 044	0
4	69	0	1 590 036	0
5	8	0	184 352	0
6	58	4	1 336 552	92 176
Total	434	7	10 001 096	161 308

En el período de floración 2009, con el aumento en la cantidad de frutos en las seis parcelas (FM y BJ) y la disminución en el total de frutos dañados (1.58%), fueron producidas 10 001 096 de semillas (Tabla 32), con el 98.42% de los frutos.

En FM, se produjeron 6 890 156 de semillas, con el 68.48% de los frutos contabilizados y se perdieron 69 132 semillas (0.99% de frutos dañados). En BJ, se produjeron 3 110 940 de semillas con el 31.52% de los frutos y se perdieron 92 176 de semillas (2.87% de frutos dañados).

5.2.15. Caracterización de la semilla

Oncidium poikilostalix presenta semillas fusiformes con el micropilo romo y el calazal ancho (Arditti y Ghani, 2000) (Figura 84), con un largo promedio de 384.84 μm y un ancho promedio de 58.68 μm .

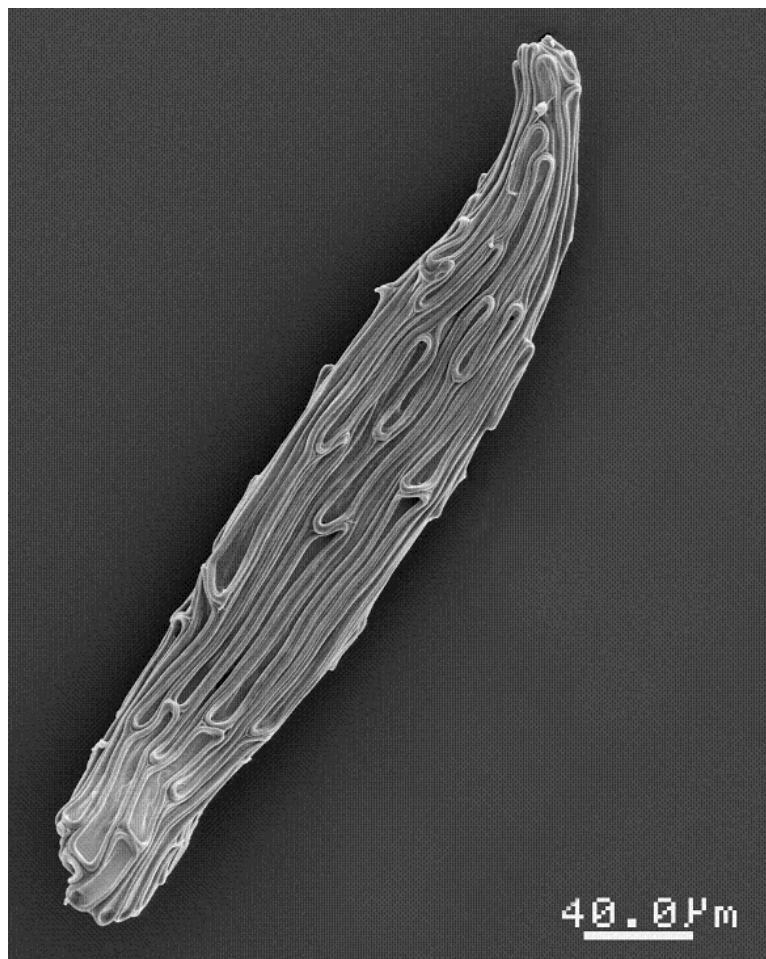


Figura 84. Semilla de *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams.

Las células de las semillas son alargadas, con un largo promedio de 104.23 μm y un ancho promedio de 6.62 μm . Sus paredes anticlinales son onduladas (Cameron y Chase, 1998), altas (Molvray y Kores, 1995), sin ornamentación y sus paredes periclinales son sin escultura, o sea presentan una superficie lisa sin relieve (Healey et al., 1980) (Figura 85).

Las paredes anticlinales, en los extremos de las células, están ligeramente curvadas hacia adentro, formando pequeños ganchos que pueden llegar a jugar un importante papel para el anclaje de las semillas en los posibles forofitos.

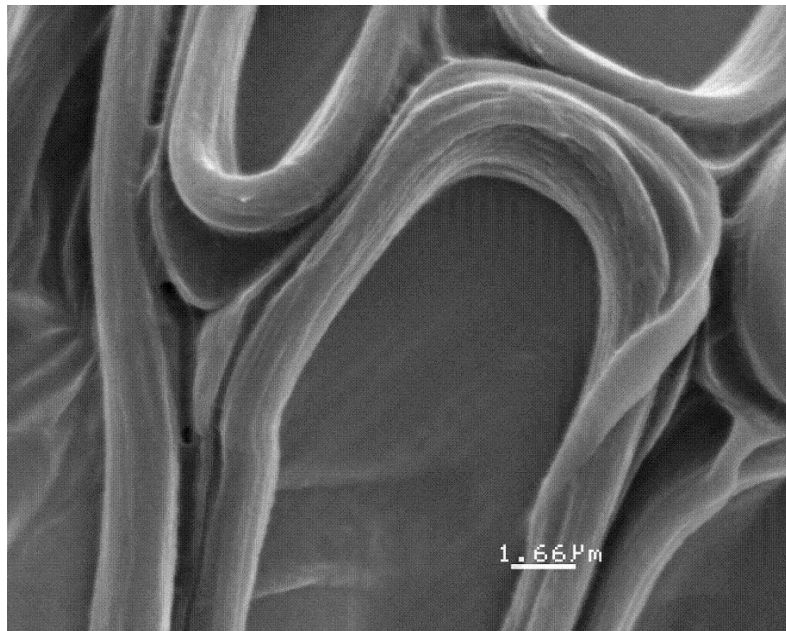
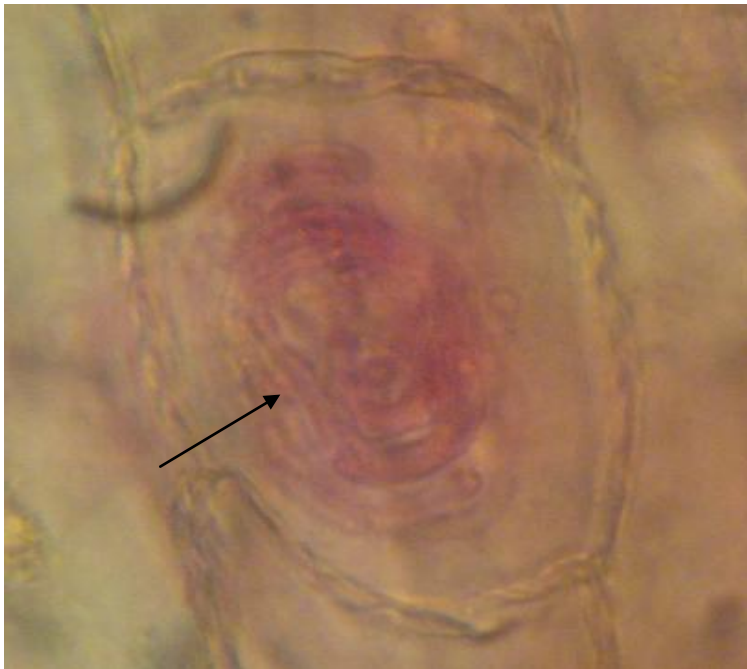


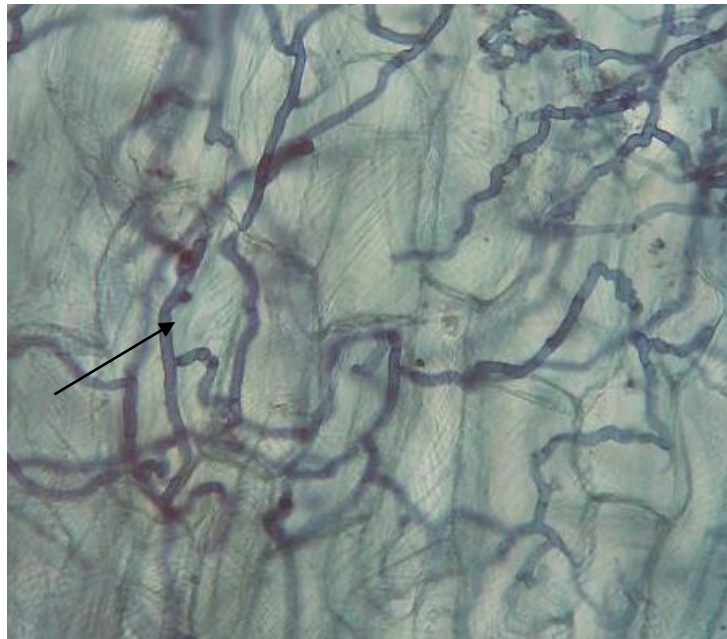
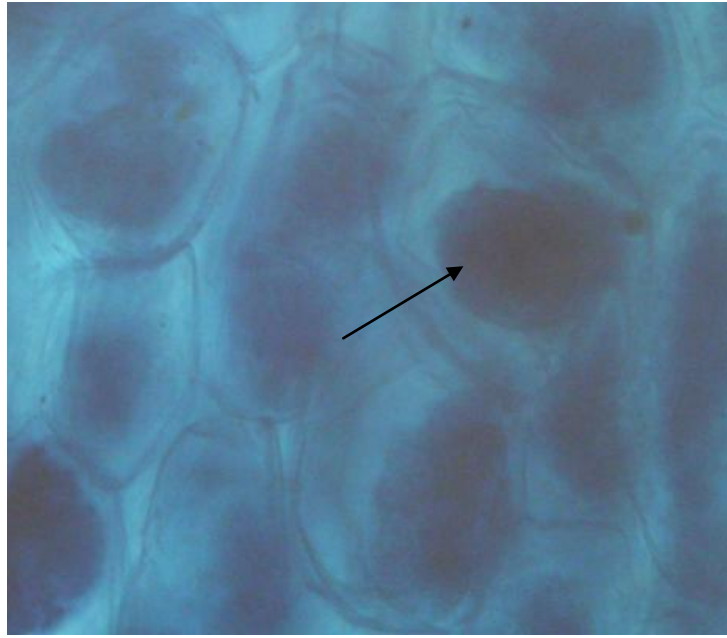
Figura 85. Porción de una célula de la superficie de la semilla de *Oncidium poikilostalix* (Kraenzl.) M.W. Chase & N.H. Williams.

5.2.16. Hongos micorrícicos asociados a la germinación

Mediante la tinción de las raíces de *O. poikilostalix* con los dos colorantes (Fucsina Ácida y Azul de Tripano), fue posible observar claramente las hifas de los hongos dentro de las células corticales de las raíces. En algunos casos las hifas presentaron los enrollamientos típicos, llamados pelotones (Figuras 86, 87, 88 y 89). Los hongos se encontraron en toda la raíz, menos en el ápice.



Figuras 86 y 87. Sección de raíz teñida con Fucsina Ácida. Enrollamientos de hifas formando pelotones.



Figuras 88 y 89. Sección de raíz teñida con Azul de Tripano. Pelotones e hifas del hongo simbiote.

De la identificación morfológica solo se llegaron a resultados preliminares, con 13 hongos identificados a nivel género (Tabla 33). Los géneros presentes fueron: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Epicocum*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus* y *Trichoderma*

(Tabla 33), aunque no es posible afirmar con certeza cual o cuales de estos hongos es el simbiote de *O. poikilostalix*.

De los cuatro micrositios del cafeto solo se logró aislar e identificar hongos de tronco, rama y ramilla, no así de horquetas, donde no se encontraron *O. poikilostalix* adecuadas para el análisis. Los géneros con mayor presencia fueron *Trichoderma* y *Rhizoctonia*, (Tabla 33), aunque el último de estos no fue encontrado en B.J. Ambos géneros fueron hallados ocupando tronco, rama y ramilla (Tabla 33).

En las muestras extraídas de un árbol de sombra solo se logró aislar e identificar al género *Rhizoctonia* (Tabla 33).

Tabla 33. Hongos aislados e identificados asociados a *Oncidium poikilostalix*, por micrositio, tipo de soporte y Parcela.

Hongo	Micrositio	Tipo de soporte	Parcela
<i>Rhizoctonia</i> sp.	Rama	Cafeto	1
	Tronco	Árbol	2
	Ramilla	Cafeto	2
<i>Trichoderma</i> sp.	Rama	Cafeto	1
	Tronco	Cafeto	2
	Rama	Cafeto	4
	Rama	Cafeto	6
<i>Aspergillus</i> sp.	Ramilla	Cafeto	2
	Rama	Cafeto	4
<i>Epicocum</i> sp.	Tronco	Cafeto	1
<i>Alternaria</i> sp.	Ramilla	Cafeto	2
<i>Fusarium</i> sp.	Ramilla	Cafeto	2
<i>Aspergillus</i> sp.	Ramilla	Cafeto	2
<i>Rhizopus</i> sp.	Tronco	Cafeto	1

En una investigación realizada por Lara (2006), también en la zona cafetalera de la región del Soconusco, en el ejido Santo Domingo, municipio de Unión Juárez (vecino del municipio Cacahoatán), se aislaron e identificaron hongos asociados a seis especies de orquídea del área. Entre los 26 hongos obtenidos para estas seis especies, se encontraron todos los géneros obtenidos para *O. poikilostalix*, excepto *Epicocum* (Tablas 33 y 34).

Tabla 34. Especies de orquídeas estudiadas y hongos aislados e identificados en Lara, (2006).

Especies de orquídea	Hongos
<i>Guarianthe aurantiaca</i>	<i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Sclerotium</i> sp.
<i>Notylia barkeri</i>	<i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp. (dos aislados), <i>Fusarium</i> sp.
<i>Trichocentrum oerstedii</i>	<i>Trichoderma</i> sp. (tres aislados), <i>Fusarium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp.
<i>Stelis aeolica</i>	<i>Trichoderma</i> sp. (cuatro aislados), <i>Penicillium</i> sp.
<i>Anasthallis recemifolia</i>	<i>Trichoderma</i> sp.
<i>Erycina crista-galli</i>	<i>Rhizoctonia</i> sp. (cinco aislados), <i>Aspergillus</i> sp., <i>Fusarium</i> sp. (dos aislados)

Entre los hongos asociados con orquídeas podemos citar miembros de las clases Ascomycetes, Basidiomycetes y Zygomycetes (Arditti, 1994), aunque dentro de ellas encontramos algunos géneros y especies que frecuentemente son causantes de importantes enfermedades agrícolas.

Uno de los géneros más documentados en relación con orquídeas es *Rhizoctonia* (Bayman et al., 1997; Peakall y Beattie, 1996; Milligan y Williams, 1988), especialmente la especie *Rhizoctonia solana* (Bayman et al., 1997; Milligan y Williams, 1988). Las cepas de *Rhizoctonia* aisladas e identificadas en FM, se encontraron en los dos micrositios de los cafetos con mayor número de *O. poikilostalix* (rama y ramilla), además de ser el único género de hongo que se logró aislar en la muestra extraída de árbol de sombra (Tabla 33). Esta muestra se obtuvo en el micrositio tronco, en el chalum (*Inga* sp.) 116 de la Parcela 2, que tenía la mayor cantidad de orquídeas de todos los forofitos árboles, específicamente plántulas (35) (Figura 46).

Teniendo en cuenta estos resultados y la literatura consultada, probablemente *Rhizoctonia* sp. sea el hongo simbiote de *O. poikilostalix*, aunque se requieren mayores estudios acerca de la relación entre estos hongos y *O. poikilostalix*.

VI. CONCLUSIONES

Los cafetales estudiados en FM y BJ no se pueden considerar completamente tradicionales, debido a la dominancia de chalum (*Inga* sp.) como árbol de sombra, pero el manejo de estos cafetales los convierten en refugio para varias especies de plantas (ej: *O. Poikilostalix*), sirviendo además como corredores biológicos entre los parches remanentes de selva.

Los datos obtenidos demuestran que *O. poikilostalix*, a pesar de ser una especie de reciente entrada a México y de tener solo dos poblaciones reportadas hasta el momento, es una especie resistente y flexible, pudiéndosele considerar una orquídea maleza, ya que comparte características comunes a plantas invasoras como: elevada tasa de crecimiento, maduración precoz, gran producción de semillas y posesión de mecanismos de dispersión eficaces a larga distancia (viento, agua, aves) (Schüttler y Karez, 2008; GV y RBU, 2003; Silván y Campos, 2001).

Oncidium poikilostalix se desarrolla en un ecosistemas muy selectivos donde encuentran poca competencia, que es otra característica de algunas de las plantas invasoras (GV y RBU, 2003). En este hábitat puede crecer en la mayoría de los estratos de los cafetos y ocasionalmente también crece en árboles de sombra, particularmente el chalum (*Inga* sp.), que es la especie más abundante.

Tanto en FM como en BJ, en los forofitos cafetos encontramos el mayor número de individuos de *O. poikilostalix* en el micrositio rama, y en los forofitos árboles de sombra, en el el micrositio tronco. No obstante, esta aparente preferencia puede estar inducida por las acciones de manejo de los cafetales.

El área donde se encuentra *O. poikilostalix* es la misma donde históricamente se distribuye *O. guatemalenoides* (Soto-Arenas y Solano-Gómez, 2007), siendo muy escasos los ejemplares de esta especie, por lo cual posiblemente *O. poikilostalix* compita con ella por los recursos existentes, incluso pudiera estarla desplazando, ya que *O. poikilostalix* si es localmente abundante y frecuentemente se observo creciendo encimada con *O. guatemalenoides*.

Para las plantas epifitas estos cafetales también presentan desventajas, asociadas fundamentalmente con las actividades de manejo, las cuales afectan

directamente a las orquídeas como *O. guatemalenoides* u *O. poikilostalix*. Pero los cafetales de la región, en su mayoría, están estructurados en pequeñas parcelas privadas, manejadas por las familias campesinas, las que por cuestiones culturales, realizan un manejo relativamente moderado, con podas ligeras anuales, sin remoción total de los cafetales. Bajo estas condiciones, las poblaciones de *O. poikilostalix*, no enfrentan peligro de desaparecer y logran adaptarse bien.

Las actividades de manejo regularmente destruyen un porcentaje de las poblaciones de *O. guatemalenoides* y de *O. poikilostalix*, pero en el caso de *O. poikilostalix*, la tasa de incorporación de individuos juveniles a estadio reproductivo, es lo suficientemente acelerada como para equilibrar y superar estas pérdidas.

Los porcentajes adultos de la especie son elevados en las dos áreas de estudio, lo que influye de forma decisiva en la mayor cantidad de flores y frutos, viéndose un incremento importante en estos aspectos, del año 2008 al 2009. Estos frutos producen aproximadamente 23 044 semillas cada uno (Tabla 31) y un elevado porcentaje fueron frutos sanos (Tabla 30).

En ambas zonas de estudio, evidentemente están presentes el polinizador y el o los hongos micorrícicos asociados con la germinación de *O. poikilostalix*, aunque ninguno de los dos fue posible determinarlos con certeza. Esto garantiza en gran medida el éxito de la especie en el nuevo hábitat en el que se encuentra en proceso de colonización.

Adaptaciones particulares de *O. poikilostalix*, como la doble floración empleando la misma vara floral en algunos individuos, elevan al doble las posibilidades de esas plantas de ser polinizadas, aumentando aún más sus posibilidades de éxito reproductivo y su adaptabilidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerman, J.D. y Montalvo, A.M. 1990. Short- and long-term limitations to fruit production in a tropical orchid. *Ecology*, (71): 263-271.
- Aguilar, E. 2008. La encrucijada. Incluido en: Schüttler, E. y Karez, C.S. (eds). 2008. *Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas.* UNESCO, Montevideo.
- Anónimo. 2002. Cultivo del café. [página en Internet] [citado el 20 de diciembre 2009]. Disponible en: www.abcagro.com/herbaceos/industriales/cafe.asp
- Archila, F. 2007. Comunicación personal. En: Soto-Arenas, M.A. y Solano-Gómez, A.R. 2007. Ficha técnica de *Sigmatostalix guatemalensis* Schltr. Incluido en Soto-Arenas, M.A. (compilador). Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto Chinoín A.C., Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W029. México. D.F.
- Arditti, J. 1992. *Fundamentals of Orchid Biology.* John Wiley and Sons. New York.
- Arditti, J. 1994. *Orchid Biology: Reviews and Perspectives III.* Cornell University Press.
- Arditti, J. y Ghani, A.K.A. 2000. Numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications. *Tansley review No.110. New Phytologist*, (145): 367-421.

Arriaga, L., Espinoza, J.M.; Aguilar, C.; Martínez, E.; Gómez, L. y Loa, E. (coordinadores). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). México DF. [página en Internet] [citado el 18 de agosto 2009]. Disponible en: www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html

Atwood, J.T. y Mora de Retana, D.E. 1999. Family # 39 Orchidaceae: Tribe Maxillarieae: subtribes Maxillariinae and Oncidiinae. *Fieldiana, Botany*, 40 (1-4): 1-82.

Ávila, I. 1996. Orquídeas Michoacanas. Museo Virtual, Universidad Michoacana. [página en Internet] [citado el 1 de marzo 2009]. Disponible en: www1.universia.net/CatalogaXXI/pub/ir.asp?IdURL=140631&IDC=10010&IDP=VE&IDI=1

Ávila, I. y Oyama, K. 2002. Manejo sustentable de *Laelia speciosa* (Orchidaceae). *Biodiversitas* (Boletín bimestral de la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad), (43): 9-12.

Bartra A. 2004. Mesoamericanos: recalentando una identidad colectiva. En: Manson, R.H.; Contreras, A. y López-Barrera, F. (eds). 2008b. Estudios de la biodiversidad en cafetales.

Baxter, J. 1997. El libro del café. Susaeta Ediciones, Madrid.

Bayman, P., Lebrón, L., Tremblay, R. y Lodge, J. 1997. Variation in endophytic fungi from roots and leaves of *Lepanthes* (Orchidaceae). *New Phytologist*, 135:143-149.

Behor, M. y Tinschert, O. 1998. Guatemala y sus orquídeas. Bancafé. Guatemala.

Benzing, D.H. 1990. Vascular Epiphytes. Cambridge University Press. New York.

- Brown, A.D. 1990. El epifitismo en las selvas montanas del Parque Nacional "El Rey", Argentina: composición florística y patrón de distribución. *Revista de Biología Tropical*, 38 (2): 155-166.
- Brundrett, M. 2004. Diversity and classification of mycorrhizal associations. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 79(3):473-495.
- Buchmann, S.L. 1987. The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (18): 343–396.
- Cabrera-Cachón, T. 1999. Orquídeas de Chiapas. Instituto de Historia Natural y Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Cameron, K.M. y Chase, M.W. 1998. Seed morphology of Vanilloid orchids (Vanilloideae: Orchidaceae). *Lindleyana*, 13(3): 148-169.
- Catling, P.M. 1990. Auto-pollination in the Orchidaceae. En: Høgsater, E., Soto, M., Salazar, G., Jiménez, R., López, M. y Dressler, R. 2005. *Las orquídeas de México*. Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V, México.
- CCAD-PNUD/GEF. 2002. El Corredor Biológico Mesoamericano, México. Proyecto Para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. Serie Técnica 05. [página en Internet] [citado el 13 de marzo 2008]. Disponible en: www.ccad.ws/pccbm/docs/cbmmexico.pdf
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF.
- Chase, M.W. 1987. Obligate twig epiphytism in the Oncidiinae and other Neotropical orchids. *Selbyana (The Journal of the Marie Selby Botanical Gardens)*, 10: 24-30.

Chase, M.W. 2001. The origin and biogeography of Orchidaceae. En: Roubik, D.W. y Hanson, P.E. 2004. Abejas de orquídeas de la América tropical. Biología y guía de campo. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

Chase, M.W.; Cameron, K.M.; Barrett, R.L. y Freudenstein, J.V. 2003. DNA data and Orchidaceae systematics: a new pylogenetic classification. En: Hågater, E., Soto, M., Salazar, G., Jiménez, R., López, M. y Dressler, R. 2005. Las orquídeas de México. Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V, México.

Chase M.W.; Williams, N.H.; Neubig, K.M. y Whitten, W.M. 2008. Taxonomic transfers in Oncidiinae accord with Genera Orchidacearum. *Lindleyana*, 5: 20-31.

Clements, M.A. 1987. Orchid-fungus-host associations of epiphytic orchids. En: Mujica, E. 2007. Ecología de las orquídeas epífitas *Broughtonia cubensis* (Lindley) Cogniaux, *Dendrophylax lindenii* (Lindley) Bentham et Rolfe y *Encyclia bocourtii* Mújica et Pupulin en el Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes, Cuba. Análisis espacio-temporal e implicaciones del impacto de un fenómeno atmosférico severo. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad de Alicante, España.

CNA y CMDI (Comisión Nacional del Agua y Centro para la Migración y el Desarrollo Internacional). 2000. Plan de Conservación de Suelos y Agua Para la Costa de Chiapas, México.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. La diversidad biológica de México: estudio de país, 1998. México, D.F.

CONABIO (Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2008. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Tacaná-Boquerón (RTP-135). [página en Internet] [citado el 24 de enero 2009]. Disponible en: www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_135.pdf

- CONANP (Comision Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2010. Que hacemos. Áreas protegidas. [página en Internet] [citado el 23 de enero 2010]. Disponible en: www.conanp.gob.mx/que_hacemos/
- Cortina, S. 1993. Sistema de cultivo de café en el Soconusco. Notas para su estudio. En: Sánchez, J.E. y Jarquín, R. (eds). 2004. La Frontera Sur. Reflexiones sobre el Soconusco, Chiapas, y sus problemas ambientales, poblacionales y productivos. CD. ECOSUR, COCyTECH y Ayuntamiento de Tapachula.
- Cruz, G.M. 2009. Afinidades fitogeográficas de la orquideoflora de la región Tacaná-Boquerón, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Xoxocotlan, Oaxaca.
- Damon, A. 2003. Las epífitas. Ecosistemas y comunidades: procesos naturales y sociales de los bosques. *Ecofronteras*, (18): 17-20.
- Damon, A. 2004. El rescate, la conservación y el cultivo de orquídeas: una alternativa más hacia el desarrollo de las comunidades rurales del Soconusco. Incluido en: Sánchez, J.E. y Jarquín, R. (eds). 2004. La Frontera Sur. Reflexiones sobre el Soconusco, Chiapas, y sus problemas ambientales, poblacionales y productivos. CD. ECOSUR, COCyTECH y Ayuntamiento de Tapachula.
- Damon, A. 2006a. Polinizadores de orquídeas en cafetales y cultivos de orquídeas en el Soconusco, Chiapas. Conservación de los polinizadores en México. Departamento de Conservación de la Biodiversidad, ECOSUR-Unidad Tapachula. [página en Internet] [citado el 23 de noviembre 2008]. Disponible en: www.nappc.org.
- Damon, A. 2006b. El rescate de las orquídeas: programa para el cultivo rústico y sustentable de orquídeas en el Soconusco. *Boletín de la Asociación Mexicana de Orquideología*, julio: 6-9 y agosto: 8-11.
- Damon, A. 2009. Comunicación personal.

- Damon, A. y Colín-Martínez, H. 2005. El estado actual de las poblaciones de orquídeas en la Región del Soconusco, Chiapas, México. *Amaranto*, 17 (3): 2-16.
- Damon, A. y Salas-Roblero P. 2007. A survey of pollination in remnant orchid populations in Soconusco, Chiapas, Mexico. *Tropical Ecology*, (48): 1-14.
- Damon, A. y Solano-Gómez, A.R., 2008. Comunicación personal.
- Damon, A. y Valle-Mora, J. 2008. Retrospective spatial analysis of the pollination of two miniature epiphytic orchids with different pollination strategies in a coffee plantation in Soconusco, Chiapas, Mexico. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 158:448–459.
- Díaz, M.A. 1988. Las orquídeas nativas de Cuba. Científico-Técnica. La Habana, Cuba.
- Dodson, C.H. 2004. *Sigmatostalix* Rchb.f. p.1148–1160. En: Pupulin, F.; Merino, G. y Valle, J. 2008. A new species of *Sigmatostalix* (Orchidaceae: Oncidiinae) from northern Ecuador. *Harvard Papers in Botany*, 13 (1): 47-53.
- Dressler, R.L. 1986. Features of pollinaria and orchid classification. *Lindleyana*, 1 (2): 125-130.
- Dressler, R.L. 1993. Phylogeny and classification of the orchid family. Dioscorides Press, Portland, Oregon.
- Espejo, A. y López-Ferrari, A.R. 1998. Las Monocotiledóneas Mexicanas una Sinopsis Florística 1. Lista de Referencia Parte VII. Orchidaceae I. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

- Espejo, A. y López-Ferrari, A.R. 1998a. Las Monocotiledóneas Mexicanas una Sinopsis Florística 1. Lista de Referencia Parte VIII. Orchidaceae II. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C., Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Espejo, A. y López-Ferrari, A.R. 2001. La diversidad actual de las Monocotiledóneas Mexicanas: Un Análisis, un diagnóstico y una propuesta. Simposio Estudios Florísticos de México. Avances y Perspectivas hacia el Siglo XXI. XV Congreso Mexicano de Botánica, Querétaro, Querétaro.
- Espejo, A., Lopez-Ferrari, A.R., Jimenes, R. y Sanchez, L. 2004. Las orquídeas de los cafetales en México: una opción para el uso sostenible de ecosistemas tropicales. *Revista de Biología Tropical*, 53 (1-2): 73-84.
- Ferro, J. 2003. Efectos de la tala selectiva sobre la estructura y dinámica de la comunidad de epífitas vasculares del bosque semidecíduo de la Península de Guanahacabibes, Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Figueras, M.S. 2000. Análisis Discriminante. Lección Estadística. Universidad de Zaragoza, España. [página en Internet] [citado el 10 de septiembre 2009]. Disponible en: www.ciberconta.unizar.es/leccion/discr/INICIO.HTML
- Gallego, M.C. 2005. Intensidad de manejo del agroecosistema del café (*Coffea arabica* L.) (monocultivo y policultivo) y riqueza de especies de hormigas generalistas. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 6 (2): 16-29.
- Gálvez, D.Y. 2000. Evaluación de hongos micorrizicos y sustratos para el cultivo de las orquídeas *Cattleya skinneri* y *Meracyllium trinasatum*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas.

- García-Soriano, R. 2003. Demografía, manejo y conservación de *Artorima erubescens* en Oaxaca, orquídea endémica del sur de México. Tesis en opción al grado científico de Maestro en Ciencias. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.
- González-García, F. 2008. El pavón, unicornio del bosque de niebla. Biodiversitas (Boletín Bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), (81): 2-5.
- González, L. s/a. Curso de Introducción al cultivo y manejo de las orquídeas. Instituto Nacional de Aprendizaje. San José, Costa Rica.
- Grajales, R. y Valera, P. 2002. El Soconusco. Continuo geográfico, económico y cultural (Chiapas). [página en Internet] [citado el 11 de enero 2009]. Disponible en: [www.mexicodesconocido.com.mx/notas/2038-El-Soconusco.-Continuo-geogr%E1fico,-econ%F3mico-y-cultural-\(Chiapas\)](http://www.mexicodesconocido.com.mx/notas/2038-El-Soconusco.-Continuo-geogr%E1fico,-econ%F3mico-y-cultural-(Chiapas))
- Gravendeel, B.; Smithson, A.; Slik, F.J.W. y Schuiteman, A. 2004. Epiphytism and pollinator specialization: drivers for orchid diversity?. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.
- GV (Gobierno Vasco) y RBU (Reserva de la Biosfera de Urdaibai). 2003. Manual para el control y conocimiento de las plantas exóticas invasoras de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. España.
- Hàgsater, E., Soto, M., Salazar, G., Jiménez, R., López, M. y Dressler, R. 2005. Las orquídeas de México. Productos Farmacéuticos, S.A. de C.V, México.
- Healey, P.L., Michaud, J.D. y Arditti, J. 1980. Morphometry of orchid seeds III. Native California and related species of *Goodyera*, *Piperia*, *Platanthera*, and *Spiranthes*. American Journal of Botany, (18):274-282.

Hernández, A. 2006. Identificación de hongos micorrízicos de la orquídeas *Guarianthe skinneri* (Bateman) Dressler y W. E. Higgins. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas, UNACH. Tapachula, Chiapas.

Hernández, C. y Ortigoza, J. (eds). 1994. Manual de microbiología práctica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, México.

Hernández-Rosas, J.I. 2000. Patrones de distribución de las epífitas vasculares y arquitectura de los forofitos de un bosque húmedo tropical del Alto Orinoco, Estado de Amazonas, Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica*, 20 (3): 43-60.

ICO (International Coffee Organization). 2009. Historical data. [página en Internet] [citado el 23 de enero 2009]. Disponible en: www.ico.org/historical.asp

IHNyE (Instituto de Historia Natural y Ecología). 2004. Taller para la consulta del Proyecto de Ley para la Conservación de la Biodiversidad y la Protección Ambiental en el Estado de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. En: Tovilla, C. 2004. La dimensión de la crisis ambiental en la costa de Chiapas y la necesidad de un programa de ordenamiento de las actividades.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1999. El crecimiento de la población y sus repercusiones sobre el medio ambiente de México. Anuario Estadístico, México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. Estadísticas y geografía del estado de Chiapas. [página en Internet] [citado el 23 de enero 2009]. Disponible en:
www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/iter/default.asp?s=est&c=10395

- IUCN/SSC (International Union for Conservation of Nature/Species Survival Commission). 1996. Orchids-Status Survey and Conservation Action Plan. Orchid Specialist Group. IUCN. Gland Switzerland and Cambridge, UK.
- Johansson, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African Rain Forest. *Acta Phytogeographica Suecica*, 59:1-129.
- Johnson, D.E. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. International Thomson Editores, México.
- Johnson, S.D. y Brown, M. 2004. Transfer of pollinaria on birds feet: a new pollination system in orchids. *Plant Systematics and Evolution*. (244): 181-188.
- Kennedy, A.H. 2009. Phylogeny and evolution of mycorrhizal associations in the myco-heterotrophic *Hexalectris* Raf. (Orchidaceae : Epidendroideae). Tesis en opción al grado científico de Doctor en Filosofía. Facultad de Botánica. Universidad de Miami.
- Kormanik, P.P. y McGraw, A.C. 1982. Quantification of mycorrhizae in plant roots. Incluido en: Schenck, N.C. (eds). 1982. *Methods and principles of mycorrhizal research*. The American Phytopathological Society, Minnesota.
- Krömer, T.; Kessler, M. y Gradstein, S.R. 2007. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology*, 189: 261-278.
- Lara, J.L. 2006. Aislamiento e identificación de hongos endófitos de orquídeas epífitas de la región del Soconusco, Chiapas. Tesis de Licenciatura. UNAAN, Saltillo, Coahuila.

- Lowman, M.D. y Wittman, P.K. 1996. Forest canopies: Methods, Hypotheses, and Future directions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. (27):55-81.
- Manson, R.H.; Contreras, A. y López-Barrera, F. 2008b. Estudios de la biodiversidad en cafetales. Incluido en: Manson, R.H.; Hernández-Ortiz, V.; Gallina S. y Mehltreter, K. (eds). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México.
- Manson, R.H.; Hernández-Ortiz, V.; Gallina, S. y Mehltreter, K. (eds). 2008a. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México.
- Martínez-Meléndez, N.; Pérez-Farrera, M.A. y Flores-Palacios, A. 2008. 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.
- Michener, C.D. 2000. *The bees of the world*. Johns Hopkins University Press. Baltimore y Londres.
- Milligan, J. y Williams, P. 1988. The mycorrhizal relationship of multinucleate rhizoctonias from non-orchids with *Microtis* (Orchidaceae). *New Phytologist*, 108: 205-209.
- Miranda, F. 1998. *La vegetación de Chiapas*. Gobierno del Estado de Chiapas.
- Moguel, P. y Toledo, V.M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13(1):11-21.

- Moguel, P. y Toledo, V.M. 2004. Conservar produciendo: biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. *Biodiversitas* (Boletín Bimestral de la Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), (55):2-7.
- Molina, R. y Palmer, J.G. 1982. Isolatin, maintenance, and pure culture manipulation of ectomycorrhizal fungi. Incluido en: Schenck, N.C. (eds). 1982. *Methods and principles of mycorrhizal research*. The American Phytopathological Society, Minnesota.
- Molvray, M. y Kores, P.J. 1995. Character analysis of the seed coat in Spiranthoideae and Orchioideae, with special reference to the *Diurideae* (Orchidaceae). *American Journal of Botany*, (82):1443-1454.
- Mondragón, D. 2009. Population viability analysis for *Guarianthe aurantiaca*, an ornamental epiphytic orchid harvested in Southeast México. *Plant Species Biology*, 24: 35–41.
- Mondragón, D.; Maldonado, C. y Aguilar-Santelises, R. 2007. Life history and demography of a twig epiphyte: A case study of *Erycina crista-galli* (Orchidaceae). *Selbyana* (The Journal of the Marie Selby Botanical Gardens), 28 (2): 137–144.
- Morena, B. 2007. Germinación de orquídeas epífitas asociadas con hongos micorrízicos. Tesis de licenciatura. Facultad de Biotecnología. UNACH. Tapachula, Chiapas.
- Morrison, A. 1997. *The Illustrated Encyclopedia of Orchids*. Timber Press. Oregon, Estados Unidos.

- Mujica, E. 2007. Ecología de las orquídeas epífitas *Broughtonia cubensis* (Lindley) Cogniaux, *Dendrophylax lindenii* (Lindley) Bentham et Rolfe y *Encyclia bocourtii* Mújica et Pupulin en el Cabo San Antonio, Península de Guanahacabibes, Cuba. Análisis espacio-temporal e implicaciones del impacto de un fenómeno atmosférico severo. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad de Alicante, España.
- Noyd, R. 2000. Mycology reference cards. American Phytopathological. Estados Unidos.
- Ochsner, F. 1928. Studien über die Epiphyten-Vegetation der Schweiz. Jahrb. St. Gall. Naturw. Gesell. 63:1-108. En: Ferro, J. 2003. Efectos de la tala selectiva sobre la estructura y dinámica de la comunidad de epífitas vasculares del bosque semidecíduo de la Península de Guanahacabibes, Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Ollerton, J. 1999. La evolución de las relaciones polinizador-planta en los artrópodos. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. Sección V: Ecología evolutiva. (26):741-758.
- Ovando, I. 2001. Endophytic fungi and their mycorrhizal potencial for the tropical epiphytic orchids *Cattleya skinneri*, *C. aurantiaca* and *Brassavola nodosa*. Tesis de Maestría. ECOSUR, Unidad Tapachula, Chiapas.
- PATPO SC (Proyectos y Asistencia Técnica en Producción Orgánica, Sociedad Civil). 2007. Estudio para fundamentar la obtención de una denominación de origen de cafés sustentables de la Sierra Madre de Chiapas. Resumen Ejecutivo.
- Peakall, R. y Beattie, A. 1996. Ecological and genetic consequences of pollination by sexual deception in the orchid *Caladenia tentaculata*. Evolution, 50 (6): 2207-2220.

- Perleberg, T.D.; Gomes, J.C. y Vargas, D. 2008. O gênero *Oncidium* sw. (Orchidaceae) no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. *BioScriba*, 1 (2). Publicación Científica Electrónica. Buenos Aires, Argentina. [página en Internet] [citado el 27 de abril 2009]. Disponible en: www.bioscriba.org.ar/resumen%20v1n2.htm
- Piol, R. 2003. La Regresión Loglineal para modelos Saturados y Jerárquicos aplicada al Avalúo Inmobiliario. Sociedad de Ingeniería de Tasación de Venezuela (SOITAVE). [página en Internet] [citado el 13 de noviembre 2009]. Disponible en: www.rpiol.com/loglineal.htm
- Popoff, O. 2008. Reino Fungi: Micorrizas. Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina. Hipertextos del Área de la Biología. [página en Internet] [citado el 21 de noviembre 2009]. Disponible en: www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm
- Pridgeon, A. 1997. *The Illustrated Encyclopedia of Orchids*. Timber Press. Portland, Oregon, Estados Unidos.
- Pupulin, F.; Merino, G. y Valle, J. 2008. A new species of *Sigmatostalix* (Orchidaceae: Oncidiinae) from northern Ecuador. *Harvard Papers in Botany*, 13 (1): 47-53.
- Reyes-Novelo, E. 2004. Fauna de abejas silvestres (Hymenóptera: Apoidea). Incluido en: García-Aldrete, A.N. y Ayala, R. 2004. *Artrópodos de Chamela*. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México (UNAM).
- Richter, M. 1985. Fundamentos naturales de la ecología y los daños causados por la agricultura en las regiones del Soconusco y del valle de Motozintla.
- Richter, M. 1993. Investigaciones ecogeográficas sobre la región del Soconusco, Chiapas. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste.

- Rodríguez, J. 2008. Volcán Tacaná. Incluido en: Schüttler, E. y Karez, C.S. (eds). 2008. Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.
- Rojas, M.; Angeles, H.M.; Sánchez, J.E.; Infante, F.; Holguín, F.; Castro, V.; Sokolov, M.Y y Tovilla, C. 2004. Breve Diagnóstico del Soconusco. ECOSUR.
- Roubik, D.W. y Hanson, P.E. 2004. Abejas de orquídeas de la América tropical. Biología y guía de campo. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).
- Ruiz, B.C., Laguna, C.A., Iglesias A.L.G., Damon, A.A., Marín, H.T.N.J., Azpiroz, R.H.S. 2006. Buscan rescatar la orquídea *Encyclia adenocaula*. Fundación Produce de Veracruz. Agroentorno, (80): 16-17.
- Rzedowski, J.1978. Vegetación de México. Limusa. México.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. Acta Botánica Mexicana, (35):25-44.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Agricultura. [página en Internet] [citado el 3 de enero 2010]. Disponible en: www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/default.aspx
- Sánchez, J.E. y Jarquín, R. (eds). 2004. La Frontera Sur. Reflexiones sobre el Soconusco, Chiapas, y sus problemas ambientales, poblacionales y productivos. CD. ECOSUR, COCyTECH y Ayuntamiento de Tapachula.
- Sarmiento, F.O. 2001. Diccionario de ecología de paisajes, conservación y desarrollo sostenible para Latinoamérica. Editorial Abya-Yala, Ecuador.

- SCCA (Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental). 1999. Medición de los consumidores en el café de sombra mexicano: evaluación de los mercados de Canadá, México y Estados Unidos. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal, Canadá.
- Schröder, E.C.; Arango, M.A. y Santana, M. 2007. Proyecto de Árboles de Sombra para Café (PASC). Universidad de Puerto Rico. Departamento de Agronomía y Suelos.
- Schüttler, E. y Karez, C.S. (eds). 2008. Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.
- Shaw, D.C. 2004. Vertical organization of canopy biota. En: Martínez-Meléndez, N.; Pérez-Farrera, M.A. y Flores-Palacios, A. 2008. 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.
- Sherry, T.W. 2000. Shade coffee: a good brew even in small doses. *The Auk*, 117(3):563-568.
- Silván, F. y Campos, J.A. 2001. Flora exótica de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Patronato de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai. Gernika.
- Silvera, K. 2002. Adaptive radiation of oil-rewarding compounds among Neotropical orchid species (Oncidiinae). Tesis en opción al grado científico de Master en Ciencias. University de Florida.

- Singer, R.B. y Cocucci, A.A. 1999. Pollination mechanisms in four sympatric southern Brazilian Epidendroideae orchids. *Lindleyana*, (14): 47–56. En: Stpiczynska, M. y Davies, K.L. 2008. Elaiophore structure and oil secretion in flowers of *Oncidium trulliferum* Lindl. y *Ornithophora radicans* (Rchb.f.) Garay y Pabst (Oncidiinae: Orchidaceae). *Annals of Botany*, (101): 375-384.
- SCO (Sociedad Colombiana de Orquideología). 1991. Orquídeas Nativas de Colombia, Volumen 3: *Maxillaria-Ponthieva*. Colina, Compañía Litográfica Nacional S.A. Colombia, Medellín.
- Solano-Gómez, A.R. 2009. Comunicación personal.
- Soto-Arenas, M.A. 1996. México (Regional account). En: Ávila, I. y Oyama, K. 2002. Manejo sustentable de *Laelia speciosa* (Orchidaceae). *Biodiversitas* (Boletín Bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), 7 (43): 9-12.
- Soto-Arenas, M.A. y Solano-Gómez, A.R. 2007. Ficha técnica de *Sigmatostalix guatemalensis* Schltr. Incluido en: Soto-Arenas, M.A. (compilador). Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto Chinoín A.C., Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W029. México. D.F.
- Soto, L. 2008. Presentación. Incluido en: Manson, R.H.; Hernández-Ortiz, V.; Gallina S. y Mehltreter, K. (eds). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México.

- Terrádez, M. 2000. Análisis de componentes principales. Proyecto e-Math. Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD). [página en Internet] [citado el 8 de julio 2008]. Disponible en:
www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf
- Tovilla, C. 2004. La dimensión de la crisis ambiental en la costa de Chiapas y la necesidad de un programa de ordenamiento de las actividades. Incluido en: Sánchez, J.E. y Jarquín, R. (eds). 2004. La Frontera Sur. Reflexiones sobre el Soconusco, Chiapas, y sus problemas ambientales, poblacionales y productivos. CD. ECOSUR, COCyTECH y Ayuntamiento de Tapachula.
- Trapnell, D.W. & J.L. Hamrick. 2006. Variety of Phorophyte Species Colonized by the Neotropical Epiphyte, *Laelia rubescens* (Orchidaceae). Selbyana (The Journal of the Marie Selby Botanical Gardens), 27(1): 60-64.
- Valdés, N. 1997. Indicadores morfoproductivos de *Coffea arabica* L. var. Caturra rojo. [página en Internet] [citado el 8 de julio 2008]. Disponible en:
www.monografias.com/trabajos58/indicadores-morfoproductivos-sombreo/indicadores-morfoproductivos-sombreo.shtml
- Van der Cingel, N.A. 2001. An atlas of orchid pollination: America, Africa, Asia and Australia. A. A. Balkema. Rotterdam.
- Van der Pijl, L. y Dodson C.H. 1966. Orchid flowers: their pollination and evolution. University of Miami Press. Coral Gables, Florida.
- Williams-Linera, G. y López-Gómez, A. 2008. Estructura y diversidad de la vegetación leñosa. Incluido en: Manson, R.H.; Hernández-Ortiz, V.; Gallina S. y Mehltreter, K. (eds). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México.

Winkler, E. y Hietz, P. 2001. Population of three epiphytic orchids (*Lycaste aromatica*, *Jacquinella leucomelana*, and *J. teretifolia*) in a Mexican humid montane forest. *Selbyana* (The Journal of the Marie Selby Botanical Gardens), 22: 27–33.

Yépez, C. 2002. ¿Como diversificar la sombra en cafetales con criterios locales de selección?. *Agroforestería en las Américas*, 9 (35-36): 95-98.

Zotz, G. 1998. Demography of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 725–741.