

Caracterización morfológica de *Encyclia adenocaula*

Red Orquídeas

Antonio Laguna Cerda
Carlos Alberto Miranda Moreno
Hugo Roberto González Olivares

Autores:

Antonio Laguna Cerda

Carlos Alberto Miranda Moreno

Hugo Roberto González Olivares

Corrección¹, diseño² y formación²:

¹Isaac Galicia

²Ana Laura Robles Galíndez

Primera edición en español:

ISBN:

DR © Universidad Autónoma Chapingo

Carretera México-Texcoco km 38.5

Chapingo, Texcoco, Edo. de México, CP 56230.

Tel.: 01(595) 95 21500. Ext.: 5797

Fax: 01(595) 95 21617.

La reproducción total o parcial de esta publicación, ya sea mediante fotocopias o cualquier otro medio, requiere la autorización por escrito del representante legal de la Universidad Autónoma Chapingo.


Impreso en México

"Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente".

Índice

Introducción	11
Revisión de literatura	13
Diversidad taxonómica del género <i>Encyclia</i>	13
Situación de <i>Encyclia adenocaula</i> dentro de la Norma Oficial Mexicana: NOM-059-ECOL-200	14
Distribución de especies por clima y vegetación	14
Distribución del género <i>Encyclia</i> en áreas naturales protegidas (ANP)	17
Distribución potencial y zonas de conservación	18
Estrategias para la conservación y el aprovechamiento sustentable	20
Caracterización morfológica de las orquídeas	21
Caracterización molecular y marcadores moleculares en orquídeas	23
Materiales y métodos	25
Región de estudio	25
Colectas y manejo	26
Definición de descriptores	27
Variables evaluadas	28
Variables cualitativas	30
Variables cuantitativas	30
Manejo de la colección <i>ex situ</i>	33
Diseño experimental y análisis estadístico	34

Resultados y discusión	35
Caracterización <i>in situ</i>	35
Análisis de componentes principales (ACP)	35
Análisis de conglomerados (AC)	37
Caracterización <i>ex situ</i>	39
Descriptores cualitativos de <i>Encyclia adenocaula</i>	39
Características morfológicas cuantitativas de <i>Encyclia adenocaula</i>	41
Análisis de varianza	41
Diferencias por localidad entre las medias de las características morfológicas cuantitativas	42
Estadísticos descriptivos para las variables morfológicas evaluadas de <i>Encyclia adenocaula</i>	45
Análisis de componentes principales (ACP) para características morfológicas	47
Análisis de componentes principales (ACP) para características florales	49
Análisis de conglomerados (AC) para componentes florales	53
Conclusiones	55
Bibliografía	57
Apéndice 1	
Metodología para la fase de exploración y colecta	61
Apéndice 2	
Descripción de la planta y propuesta de descriptores para <i>Encyclia adenocaula</i>	65



Directorio

Universidad Autónoma Chapingo

Dr. Carlos Alberto Villaseñor Perea
Rector

Dr. Ramón Valdivia Alcalá
Director General Académico

Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas
Director General de Investigación y Posgrado

Ing. José Guadalupe Gaytán Ruelas
Director General de Administración

M. en C. Domingo Montalvo Hernández
Director General de Patronato Universitario

Biol. Ma. de Lourdes Rodríguez Ramírez
Director General de Difusión Cultural y Servicio



Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

Lic. Mariano Ruíz Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Dr. José Arnulfo del Toro Morales
Dirección General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

Ing. Enriqueta Molina Macías
Directora General del SNICS

M. en C. Rosalinda González Santos
Subdirectora de Recursos Fitogenéticos

A decorative graphic at the bottom of the page consisting of several overlapping, wavy, curved bands in various shades of green and yellow, creating a sense of movement and organic form.

Introducción

México cuenta con más de 1 200 especies de orquídeas y una alta proporción de endemismo (Soto-Arenas, 1988). Prioritariamente se debe poner mayor atención en el estudio, la conservación y el aprovechamiento de este recurso. No es casualidad que las veinte especies de orquídeas mexicanas registradas en peligro de extinción sean plantas de importancia florícola (Hágsater y Soto-Arenas, 1998).

El Estado de México ocupa el tercer lugar a nivel nacional en diversidad de especies de orquídeas (Ceballos *et al.*, 2009). Destaca la zona sureste del estado, particularmente el municipio de Temascaltepec, el cual es una de las áreas más ricas en este recurso ya que presenta alrededor de 60 especies, por lo que es un sitio adecuado y prioritario para realizar mejores estudios y labores de conservación *in situ* y *ex situ* (IUCN/SSC, Orchid Specialist Group, 1996).

Al igual que en muchas zonas del país, esta riqueza florícola y forestal se encuentra sometida a diversos factores que afectan su supervivencia, por ejemplo: los incendios forestales, la presión de la mancha urbana y la sobreexplotación del recurso a través de las colectas inmoderadas y de la depredación. Ante esta situación es necesario establecer acciones encaminadas al estudio *in situ* de este recurso, a la difusión del conocimiento y, por consecuencia, a la conservación de la diversidad de las especies de orquídeas, para proponer un aprovechamiento más racional a partir de distintos enfoques (ornamental, educativo y científico), tanto de las especies en peligro de extinción como de otras poco conocidas y que poseen potencial ornamental. Esto implica la elaboración de estudios básicos más detallados de los que se han hecho hasta el momento, así como el planteamiento de estrategias de conservación y de manejo sustentable (Ávila y Oyama, 2002; CONABIO-CONAP-SEMARNAT, 2008).

Una herramienta útil en los trabajos anteriormente mencionados es la descripción morfológica vegetal a diferentes niveles, la cual se define como un conjunto de observaciones que permiten distinguir y caracterizar a una población de plantas en relación con otras poblaciones. Debido a que cada especie posee diferentes rasgos propios, es imprescindible que cada población sea adecuadamente identificada con base en sus características morfológicas y agronómicas esenciales. Para efectuar estudios genéticos y evolutivos se necesitan datos exactos de muchas características botánicas; sin embargo, para acciones con fines de registro y protección solo se necesita describir las características de interés para el productor y el usuario, en forma práctica y objetiva (Laguna *et al.*, 2007). Entre estos dos extremos se encuentra una gran diversidad de especies y, por consecuencia, la necesidad de realizar la descripción poblacional y varietal, la cual sería de gran utilidad en el estudio, la protección y el aprovechamiento de las orquídeas silvestres.

Para el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

1. Determinar las características morfológicas que puedan ser consideradas como descriptores morfológicos vegetativos y florales de *Encyclia adenocaula*.
2. Proponer los descriptores útiles que permitan integrar una guía para la caracterización morfológica de *E. adenocaula*.
3. Validar dichos descriptores en la caracterización y la diferenciación de poblaciones silvestres de *E. adenocaula*, en cuatro localidades del municipio de Temascaltepec, en el Estado de México.

Revisión de literatura

Diversidad taxonómica del género *Encyclia*

Encyclia es un género de orquídeas epífitas que consta de 242 especies que se han reclasificado procedentes del género *Epidendrum*, del cual difieren por la estructura de las flores y por los seudobulbos que son parecidos a los de las orquídeas del género *Cattleya*. Su nombre procede del griego *enkyklein* que significa «encerrar o rodear», esto se debe a los lóbulos laterales del labelo que rodean a la columna. El género *Encyclia* se encuentra distribuido principalmente en Centroamérica y en la región del Caribe (Dressler y Pollard, 1974).

Encyclia adenocaula (Llave & Lex) Schtr., anteriormente *Encyclia memorialis* (Hágsater, 1973), tiene dos subespecies (Hágsater y González-Tamayo, 1975): *Encyclia adenocaula* var. *adenocaula* y *Encyclia adenocaula* var. *kennedyi*.

Encyclia adenocaula var. *adenocaula*, es la especie mas abundante. Epífita de tamaño mediano, mide entre 50 y 110 cm de alto, presenta seudobulbos ovoides o cónicovoides con brácteas. Posee de 2 a 3 hojas lineares. La inflorescencia surge de los seudobulbos maduros y es una espiga racemosa, paniculada que mide de largo entre 50 y 100 cm, o más. Las brácteas florales son mas pequeñas que el ovario. Las flores son de color rosado pálido, en número de 6 a 12, y labelo con una o más rayas oscuras en el lóbulo medio. Su fruto es una cápsula elipsoide y verrugosa de 1 a 4 cm de largo.

Encyclia adenocaula var. *kennedyi* se distribuye en la Sierra Madre Occidental. Tiene flores concoloras más oscuras (sin las rayas oscuras sobre el labelo), generalmente de color magenta y se puede notar una tendencia a que los lóbulos laterales del labelo sean más angostos, subagudos, erectos y algo incurvados cuando se extiende el labelo (se han descrito como *orejas de conejo*), además el lóbulo medio es suborbicular. La mayoría de las poblaciones se pueden clasifi-

car fácilmente en *E. adenocaula* o en *E. adenocaula* var. *kennedyi*, excepto las poblaciones ubicadas en el Volcán de San Juan, en el estado de Nayarit (y tal vez algunos especímenes del occidente de Jalisco), en donde ambas taxa parecen interrelacionarse. Soto-Arenas y Solano-Gómez (2007) propusieron que esta área pudo haber sido colonizada por ambas especies. Además de los ejemplares anteriormente mencionados, en el Volcán de San Juan se han localizado especímenes con flores más pequeñas y no es raro que presenten coloraciones semialbas y las líneas del labelo no estén muy marcadas; aunque el labelo no es concoloro. En vista de lo anterior, se considera que es mejor tratar a *E. adenocaula* var. *kennedyi* como una subespecie de *E. adenocaula*.

Situación de *Encyclia adenocaula* dentro de la Norma Oficial Mexicana: NOM-059-ECOL-2001

Encyclia adenocaula es endémica en la Sierra Madre del Sur y su distribución atraviesa el eje neovolcánico, desde el estado de Nayarit hasta el estado de Guerrero, cruzando por Jalisco, Michoacán y el Estado de México. En escasas ocasiones se le puede encontrar en el estado de Oaxaca.

Encyclia adenocaula es una especie que crece como epífita en bosque de pino-encino, principalmente en la zona templada cálida, y es muy vulnerable a los incendios forestales y a la depredación. Se encuentra clasificada dentro de la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002) en la categoría amenazada (A), pero se ha propuesto su reclasificación para la categoría de protección especial (PE).

Distribución de especies por clima y vegetación

Encyclia adenocaula crece en sitios templados o semicálidos, subhúmedos, con abundantes lluvias en verano y poca lluvia invernal. Es exuberante en sitios con demasiada neblina. Las temperaturas medias anuales reportadas fluctúan entre los 18 °C, en Uruapan, Michoacán, hasta los 21.1 °C en Mascota, Jalisco. La precipitación anual varía entre los 930 y 1800 mm (Figura 1).

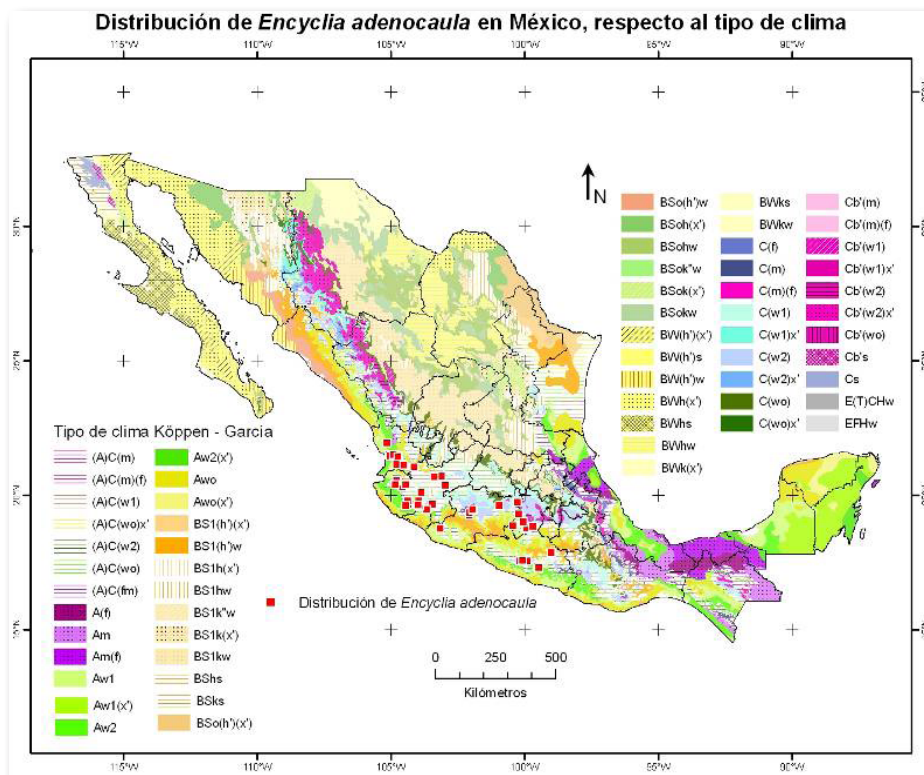


Figura 1. Distribución de *Encyclia adenocaula* en México, respecto al tipo de clima

No existen datos precisos pero se sabe que la mayoría de las veces *E. adenocaula* forma poblaciones densas. En la cercanía de la localidad de Los Volcanes, en el municipio de Atenguillo, Jalisco, y en la ecorregión de los bosques secos de Jalisco, *E. adenocaula* presenta una densidad aproximada de doce plantas por ha. Por otra parte, algunas poblaciones de *E. adenocaula*, cercanas al municipio de Tejupilco, Estado de México y a las localidades de Malpaís y San Andrés Coru, Michoacán, presentan densidades de 200 a 400 plantas por ha. La población total de *E. adenocaula* en México debe ser de varios millones de individuos. Es abundante en bosques húmedos, en donde los encinos acumulan materia orgánica y usualmente están cubiertos por una capa delgada de helechos epífitos (*Polypodium*). Comparte su hábitat con otras especies vistosas de orquídeas, por ejemplo: *Cuitlauzina pendula*.

Encyclia adenocaula subsp. *adenocaula* puede encontrarse entre los 1 200 y los 2 300 msnm, en los ecosistemas: bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque mesófito de barrancas y bosques de galería con la presencia del género *Taxodium*, en encinares secos. Pocas veces se le encuentra en el ecosistema selva baja caducifolia. Los registros de ejemplares observados se concentran en bosques ubicados en los estados de Michoacán y Estado de México y entre los estados de Jalisco y Nayarit (Figura 2) (Tellez, 2009).

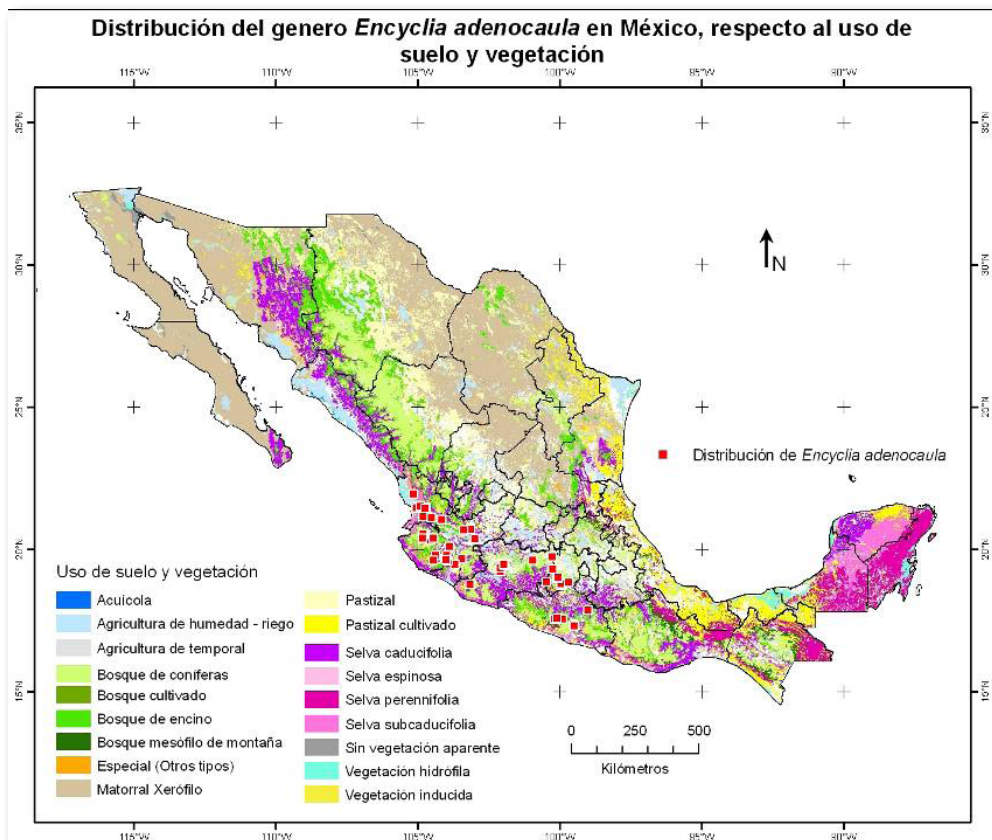


Figura 2. Distribución del género *Encyclia adenocaula* en México, respecto al uso de suelo y vegetación

Distribución del género *Encyclia* en áreas naturales protegidas (ANP)

En la Figura 3 se presenta la distribución de *E. adenocaula* en relación a las Áreas Naturales Protegidas Federales (ANPF). Destacan algunas áreas del Estado de México y de Michoacán, así como de los estados de Jalisco y de Nayarit, principalmente aquellas zonas en donde se ubican parques nacionales y reservas de la biosfera, lo que da la oportunidad de establecer estrategias más eficientes de conservación, debido a la normatividad que rige en estas áreas; sin embargo, la gran mayoría de registros se ubican fuera de las áreas antes mencionadas, por lo que es necesario revisar la situación de las poblaciones de *Encyclia*, principalmente en los estados de Michoacán, Jalisco y Oaxaca (Téllez, 2009).

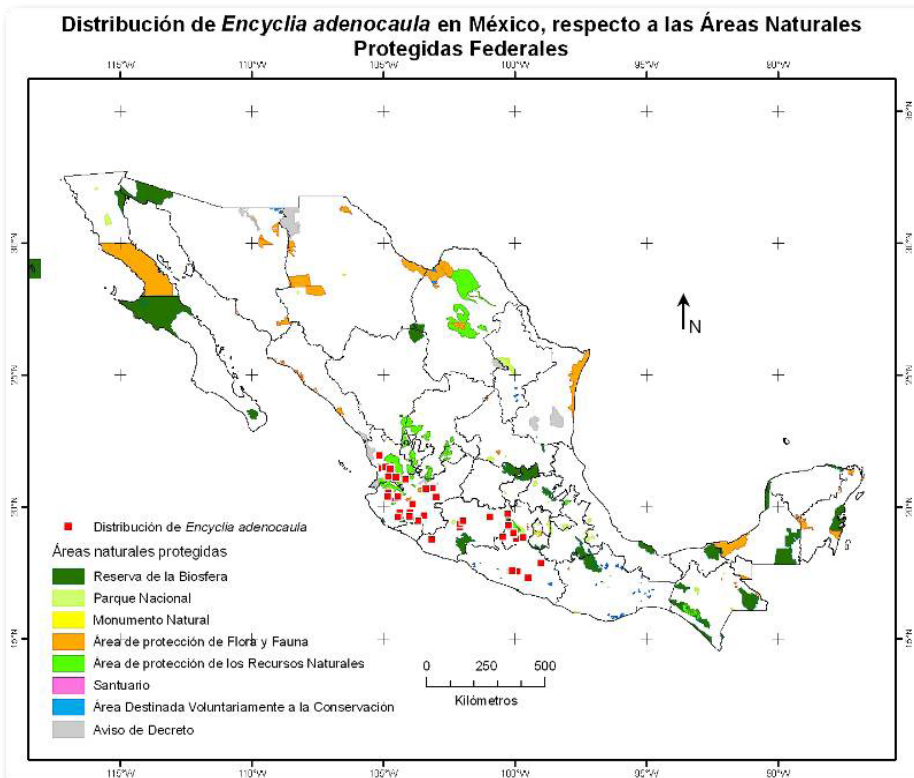


Figura 3. Distribución de *Encyclia adenocaula* en México respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales

Distribución potencial y zonas de conservación

Como se aprecia en la Figura 4, las áreas que ofrecen mayor potencial para incrementar la presencia de *E. adenocaula* se sitúan en el Estado de México, Michoacán, Jalisco y Nayarit; sin embargo, existen áreas en los estados de Jalisco, Guerrero y Oaxaca en donde la presencia de *E. adenocaula* es menor y convive con diferentes poblaciones de orquídeas, por lo que se recomienda explorar, cuantificar y evaluar la diversidad de estas regiones para determinar el estado de conservación de las poblaciones existentes (Téllez, 2009).

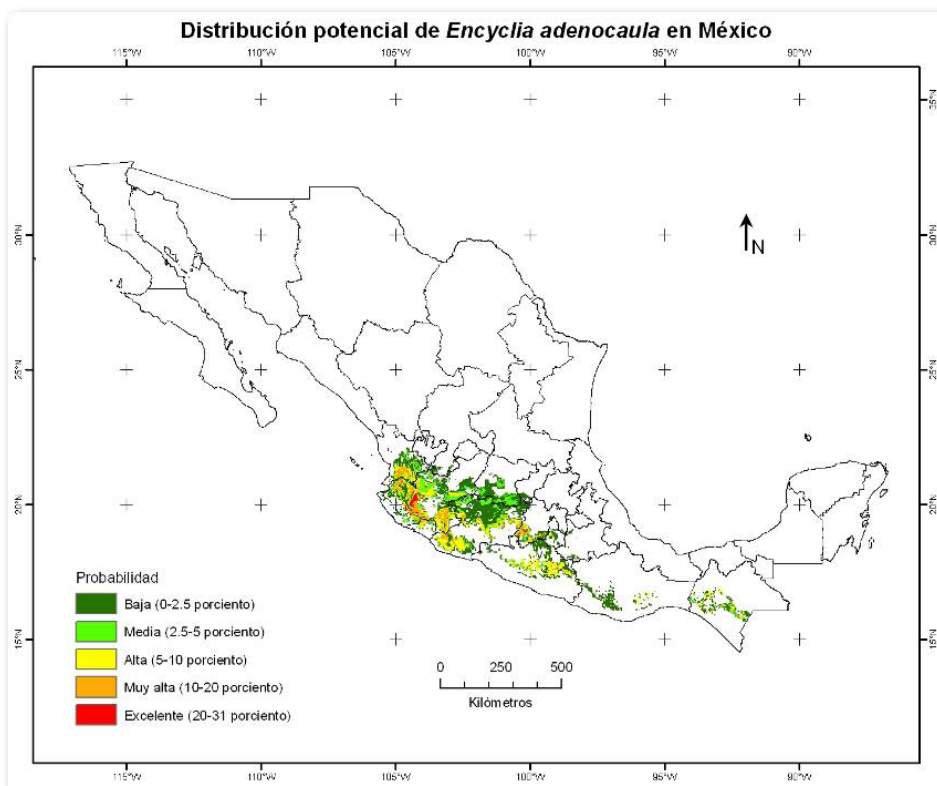


Figura 4. Distribución potencial de *Encyclia adenocaula* en México

A pesar de que *E. adenocaula* subsp. *adenocaula* es muy abundante en las áreas en donde se ubica, y de que está ampliamente distribuida en los estados de la república mexicana anteriormente mencionados, sus poblaciones se han visto disminuidas debido al mal aprovechamiento del recurso y a la degradación de sus hábitats. La colecta indiscriminada es el factor que más le afecta y la destrucción de su hábitat es el factor que le daña en menor grado.

Aun cuando el volumen de colecta sea similar al de otras especies de orquídeas, la abundancia y la amplia distribución de *E. adenocaula* subsp. *adenocaula* representan los factores que marcan la gran diferencia con otras especies como *Barkeria scandens*, *Laelia speciosa* y *Oncidium tigrinum*, las cuales han sido colectadas intensivamente y por ello enfrentan problemas más serios de conservación. Es posible encontrar poblaciones bien establecidas de *E. adenocaula* subsp. *adenocaula* en algunas ANP, por ejemplo, en la del Volcán de San Juan en Nayarit (área de protección estatal) y en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, en los estados de Jalisco y de Colima. Por otra parte, es muy probable que el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, en Michoacán, esté demasiado degradado e invadido por la zona urbana de Uruapan, para ser capaz de mantener poblaciones viables de *E. adenocaula* subsp. *adenocaula*. Esta área también padece una fuerte extracción de plantas (Téllez, 2009).

Encyclia adenocaula subsp. *adenocaula* está presente en varias regiones que son consideradas prioritarias para la conservación, las cuales son: sierra de Vallejo-río Ameca, Chamela-Cabo Corrientes, sierra de Manantlán-volcán de Colima, sierra de Coalcomán, sierra sur de Guerrero, sierra de Nanchititla y probablemente la región sierra de Taxco-Huautla. A lo largo de su extensa distribución existen hábitats bien conservados y otros muy degradados. En los estados de Jalisco y de Nayarit, los bosques generalmente están bien conservados; aunque se observa extracción de madera en casi todos ellos. En el estado de Michoacán gran parte de su hábitat en el eje neovolcánico ha sido destruido para establecer plantaciones de aguacate. Otros sitios en esta misma área muestran signos de extracción de madera y se observa que son frecuentemente quemados, la misma situación puede ser vista en el estado de Guerrero, especialmente en zonas muy pobladas. Los bosques del centro del estado de Michoacán, por ejemplo en la localidad del

Pedregal del Coru, parecen ser mucho más abiertos y secos en la actualidad y se ha observado que no existe una buena repoblación. En el estado de Oaxaca es bastante rara su presencia; aunque su hábitat está bien conservado.

Las siguientes áreas o localidades se han propuesto como refugios para la conservación de *E. adenocaula*. En Nayarit, el cerro San Juan. En Jalisco, los municipios de Mascota y Autlán de Navarro (7 kilómetros al sur de la localidad de Ahuacapán), además de dos áreas: una localizada diez kilómetros antes de la metalúrgica cercana al río Cuale, viniendo por el camino que conecta con la carretera Barra de Navidad-Puerto Vallarta, y otra área ubicada a 12 kilómetros al noroeste de la localidad de Los Volcanes. En Michoacán se sugieren la localidades de San Joaquín, en el municipio de La Huacana; el cerro de La Campana, en el municipio de Zitácuaro, y la localidad de Pedregal del Coru, en el municipio de Ziracuaretiro. En el Estado de México se proponen: la cañada de Nanchititla, en el municipio de Tejupilco, y un área ubicada, con rumbo a Temascaltepec, a 13 kilómetros del mismo municipio. En Guerrero hay un área atractiva en el municipio de Mochitlán, cerca de la desviación a Acahuizotla. En el estado de Oaxaca podría funcionar como refugio un área ubicada cerca del municipio de Santiago Ixtayutla, particularmente en el camino Jamiltepec-Santiago Ixtayutla.

Estrategias para la conservación y el aprovechamiento sustentable

Aunque *E. adenocaula* se encuentra en la categoría amenazada (A), su amplia distribución a lo largo de la Sierra Madre Oriental, que abarca los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Estado de México, Jalisco y Colima, le permite tener una mayor posibilidad de sobrevivencia en relación a otras especies de distribución más restringida. Para favorecer aún más su conservación se recomienda seguir las siguientes acciones generales:

- Proteger y cuidar las áreas que tienen mayor abundancia y diversidad de especies de orquídeas. En el Estado de México se han detectado áreas con estas características, por ejemplo, en los municipios de Temascaltepec y de Valle de Bravo.
- Hacer estudios en relación a la biología y a la diversidad de las orquídeas, particularmente de *E. adenocaula*.

- Regular la comercialización de la especie, tanto en tianguis locales como en mercados públicos ubicados en el Distrito Federal (mercado de Jamaica y mercado de Sonora, entre otros).
- Regular y vigilar las colectas, tanto las de carácter científico como las del *ámbito aficionado*.
- Elaborar e implementar proyectos de propagación masiva *in vitro*, en vinculación con asociaciones de floricultores.
- Proponer la colecta de varas florales en un entorno sustentable para poner en funcionamiento esquemas de aprovechamiento *in situ*.
- Estudiar más a fondo la variabilidad y el estado de conservación, así como aspectos relacionados con la ecología de las poblaciones.
- Explorar áreas potenciales que no han sido reportadas o que no aparecen en muchos informes.
- Integrar colecciones *ex situ* para realizar estudios de propagación y de caracterización.
- Promover acciones de conservación que presten mayor atención a las ANP. Afortunadamente algunas poblaciones bien conservadas se encuentran dentro de estas áreas.
- Continuar con las actividades de germinación *in vitro*.
- Impulsar la participación de agricultores, de organizaciones locales de agricultores y de bancos de germoplasma comunitarios. Aunque ha habido acercamiento con algunas comunidades (Carboneras y El Peñón) del municipio de Temascaltepec, Estado de México, y con comunidades del estado de Oaxaca para establecer proyectos de aprovechamiento *in situ*; a la fecha se continúa con el seguimiento y el estudio de esta especie en estas áreas, para establecer un aprovechamiento sustentable y para reducir la presión de la colecta indiscriminada y los efectos de las áreas deterioradas.

Caracterización morfológica de las orquídeas

La diversidad que existe dentro, y entre las poblaciones de orquídeas, se ha determinado mediante la evaluación de sus diferencias morfológicas. Este tipo de evaluación tiene la ventaja de que puede ser fácilmente realizada pues no requiere de un equipo especializado y su apreciación fenotípica es más directa (Vicente y Fulton, 2003).

Un carácter es un rasgo o atributo relacionado con la forma, la estructura o el comportamiento de la planta. Los caracteres son entidades abstractas y sus expresiones o estados son lo que el taxónomo cuantifica, coteja, selecciona o elimina (Cano y Marroquín, 1994, citado por Esquivel y Villanueva, 2008). En el proceso de identificación de las poblaciones y de las variedades, son considerados aquellos caracteres fenotípicos que resultan menos afectados por el ambiente.

La caracterización con variables morfológicas y reproductivas ayuda a establecer cuáles son los posibles cambios que pueden ser resultado de las condiciones ambientales o de otros factores, por ejemplo, la ubicación. Para realizar la caracterización es importante utilizar aspectos morfológicos estables, es decir, poco susceptibles de ser afectados por el ambiente (González y Pita, 2001). Torres (2000), citado por Villegas (2004), menciona que la caracterización es una herramienta indispensable en el proceso de selección vegetal, dado que permite registrar todos los caracteres fenotípicos útiles y de esta manera describir y seleccionar grupos de caracteres semejantes o contrastantes.

El conocimiento de la diversidad genética, de especies ampliamente distribuidas, es importante para lograr su conservación y su diferenciación genética y fenotípica, ya que estas especies generalmente muestran variación morfológica o fisiológica, y en la estructura genética de sus poblaciones. Esta variación puede deberse a diversos factores, por ejemplo, la altitud, por lo que es común encontrar diferentes fenotipos de una misma especie entre poblaciones desarrolladas en diferentes altitudes (Ohsawa e Ide, 2007).

La utilidad de la caracterización la mencionan Ramírez y Rojas (2007), quienes obtuvieron y caracterizaron un híbrido interespecífico entre *Stanhopea* spp. y *S. cirrhata*. Las flores del híbrido eran normales y heredaron características de ambas especies progenitoras. Se postuló que especies de plantas, que dependen de polinizadores muy específicos, como las especies del género *Stanhopea*, no han evolucionado.

Palestina y Sosa (2002), mencionan que *Bletia purpurea* es la especie más ampliamente distribuida del género *Bletia* y que se ha reconocido en ella una gran variación morfológica. Los análisis univariados indican que caracteres cuan-

titativos tales como: ancho del sépalo lateral, ancho del pétalo y longitud del labelo, fueron significativos en poblaciones ubicadas en la localidad de Acazónica, en el estado de Veracruz. Los elementos florales en las poblaciones de Acazónica fueron los más pequeños de entre todas las poblaciones estudiadas. Salazar *et al.* (2009), encontraron que el uso de caracteres morfométricos del labelo fueron útiles para apreciar la variación morfológica infraespecífica en la orquídea *calaverita* (*Laelia anceps* Lind. subsp. *dawsonii* (J. Anderson. Rolfe f. *chilapensis* Soto-Arenas). Por su parte, Ely *et al.* (2007), en un estudio morfo-anatómico de dos orquídeas, relacionaron los potenciales hídricos, las características morfológicas de las hojas, el análisis de los haces vasculares y el metabolismo CAM, para diferenciar a estas dos especies, relacionándolas con su actividad fisiológica y su adaptabilidad.

La Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), cuyo objetivo es proporcionar y fomentar un sistema eficaz para la protección de las variedades vegetales, con miras al desarrollo de nuevas variedades para el beneficio de la sociedad, como parte del proceso de protección de los obtentores de variedades vegetales, promueve el análisis y la elaboración de guías técnicas para la descripción varietal a nivel internacional, basadas en los criterios de novedad, distinción, homogeneidad y estabilidad, la cual se define como la capacidad para mantener sus características, aun después de repetidos ciclos de propagación.

En México, el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), coordina e integra las acciones y los esfuerzos de las diferentes instancias vinculadas con el estudio de los recursos fitogenéticos, con el fin de garantizar su conservación y aprovechamiento sustentable.

Caracterización molecular y marcadores moleculares en orquídeas

A diferencia de los demás marcadores, los marcadores moleculares no son afectados por el ambiente y no varían con la edad de la planta. Estos marcadores pueden ser regiones codificantes; aunque la mayoría de los polimorfismos ocurren en regiones no codificantes (Palma, 2003). Los marcadores moleculares son caracteres que se pueden usar directa o indirectamente para obtener in-

formación sobre el origen genético de los caracteres de un organismo que está siendo estudiado, se pueden detectar a diferentes niveles, ya sea morfológico, bioquímico o molecular.

Debido al comportamiento durante su polinización, las orquídeas tienen una gran variación intragenérica, y por esto muchas veces es difícil definir su posición taxonómica utilizando los marcadores morfológicos tradicionales. Con los últimos avances en la biología molecular, los botánicos ahora usan técnicas nuevas que facilitan la clasificación de las especies con base en el ADN de las plantas. Al aplicar marcadores moleculares se pueden identificar características específicas de cada especie y se pueden definir las relaciones genéticas entre las especies.

En las orquídeas, las técnicas que utilizan al ADN han sido de gran utilidad en la realización de estudios filogenéticos y de diversidad; sin embargo, se han presentado varios problemas para los taxónomos debido a que no se han encontrado fósiles de orquídeas de más de 30,000 años de antigüedad, por lo que no se poseen evidencias sobre su origen. Los análisis de ADN pueden responder a algunas de las preguntas más difíciles acerca de la taxonomía de las orquídeas. El precursor de los análisis moleculares en orquídeas, Mark Chase, ha contribuido por más de 10 años a la taxonomía de estas plantas. Chase utiliza marcadores moleculares en el gen del cloroplasto de la planta. Existe un alto grado de correlación entre los análisis moleculares y los no moleculares, lo cual apoya las descripciones cladísticas (Palma, 2003).

La mayoría de los estudios de orquídeas, en los cuales se han utilizado los marcadores de polimorfismo de ADN amplificado al azar (RAPD), tienen como objetivo determinar las variaciones genéticas entre las poblaciones para ayudar en su manejo y conservación (Wong y Sun, 1999).

Materiales y métodos

Región de estudio

Localización geográfica

El municipio de Temascaltepec pertenece a la provincia de la Sierra Madre del Sur y a la subprovincia de la depresión del Balsas y cuenta con un amplio acervo de recursos naturales debido a que es un área, a diferencia del norte del Estado de México, en donde predominan los siguientes tipos de clima: cálido subhúmedo con lluvias en verano [A(w1)], semicálido subhúmedo con lluvias en verano [A(C)(w2)] y templado subhúmedo con lluvias en verano [C(e)(w2)]. La temperatura media anual es de 15 a 20 °C, existe una variación de un gradiente de menor a mayor temperatura, en dirección norte-sur y dirección oriente-poniente. La precipitación pluvial media anual oscila entre los 1 100 y los 1 300 mm. Las coordenadas geográficas extremas del municipio son: 19° 14' N; 18° 59' S latitud norte; 90° 50' E; 100° 14' O longitud oeste. La altitud fluctúa entre los 1 200 y los 3 600 m (INEGI, 1997).

Orografía

La sierra de Temascaltepec es una prolongación del Nevado de Toluca y atraviesa al municipio en toda su extensión. Las elevaciones más importantes son el cerro del Temeroso, el cerro de la Soledad, el cerro el Fortín, el cerro el Peñón, el cerro los Tres Reyes y el cerro Juan Luís (INEGI, 1997).

Hidrografía

Los principales ríos del municipio son tres: río Verde, río Vado y río Temascaltepec, el cual posee un cauce permanente.

Tipos de vegetación

Según la clasificación Rzedowski (1978), la comunidad vegetal más importante en Temascaltepec es el bosque mixto de pino-encino, este tipo de vegetación consiste en una mezcla de especies del género *Pinus* y especies del género

Quercus, en ocasiones un género domina más que el otro. El bosque mixto de pino-encino se desarrolla en altitudes que varían entre los 1 000 y los 2 500 m (Figura 5).



Figura 5. Tipo de vegetación predominante en Temascaltepec, Estado de México

Colectas y manejo

Las poblaciones evaluadas correspondieron a cuatro colectas de *E. Adenocaula*, las cuales fueron realizadas en el municipio de Temascaltepec durante el año 2009, con base en la metodología propuesta para este fin (*ver* Anexo 1). Se recabaron los datos pasaporte de cada colecta (SINAREFI, 2009). Las características de la ubicación y de la vegetación predominante se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las localidades muestreadas en el municipio de Temascaltepec, Estado de México.

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Tipo de vegetación
Temascaltepec	19° 36' 40"	19° 43' 33"	1 720	Bosque mesófilo
El Tule	100° 08' 77"	19°02'44"	1 700	Bosque de ribera
Real de arriba	100° 00' 47"	19° 04'05"	2 026	Bosque de encino-pino
San Simón	100° 00' 24"	19° 01'21"	2 140	Bosque de pino-encino

Definición de descriptores

Con base en la información publicada por Hågsater y Salazar (2002), en relación a la descripción taxonómica del género *Encyclia*, se realizó la selección de los caracteres pertinentes para elaborar la descripción morfológica de las poblaciones y de las plantas. Es decir, se efectuó la elección de aquellas expresiones fenotípicas y genotípicas, propias de la variedad vegetal, las cuales permiten la identificación y la diferenciación respecto de otras variedades.

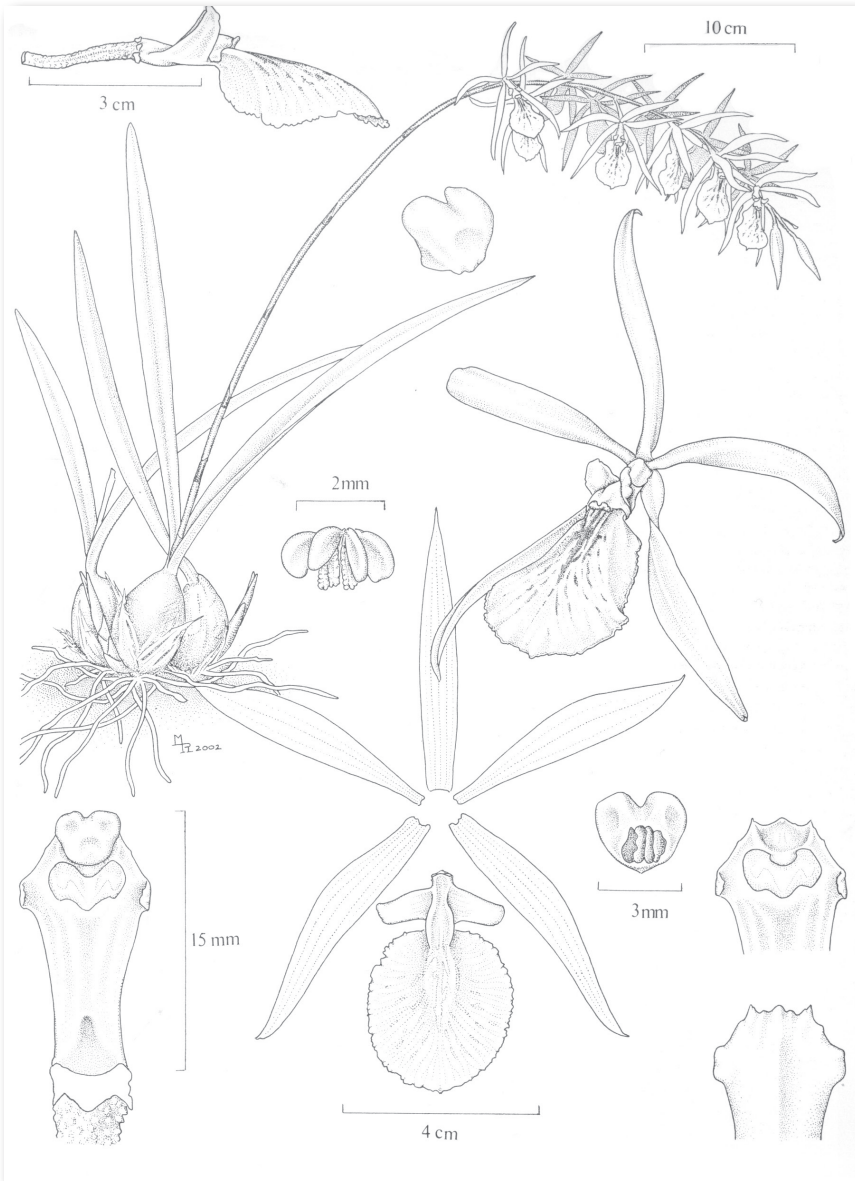
Inicialmente se definieron 39 descriptores, los cuales debieron validarse en función de su variabilidad, tanto la que se presenta en condiciones naturales como la que se presenta en algunos híbridos y selecciones. Se requirieron clones cultivados en las mismas circunstancias y se definieron las condiciones de evaluación que permitieron determinar los datos, e integrar, en forma más precisa, una guía que permitiera describir morfológicamente a *Encyclia adenocaula*, así como poder diferenciar entre poblaciones y variedades.

Lo anterior requirió de al menos dos ciclos adicionales de trabajo y la integración del material cultivado en invernaderos ubicados en distintas localidades. Este material debía poseer características contrastantes de tal manera que se pudiera observar un mayor rango de variación entre los descriptores propuestos y otros descriptores que pudieran haberse incluido.

Derivada de esta primera fase, se inició la validación de algunas características morfológicas y se tomaron como base cuatro poblaciones colectadas en el municipio de Temascaltepec, Estado de México. Se realizó el primer análisis con plantas recién colectadas (evaluación *in situ*) y un segundo análisis después de un ciclo de mantenimiento en condiciones uniformes para todas las colectas (evaluación *ex situ*).

Variables evaluadas

Para desarrollar la caracterización preliminar de *E. Adenocaula*, se utilizó la información publicada por Hágsater y Salazar (2002), relacionada con la descripción taxonómica de este género, la cual se muestra en la Figura 6. A partir de esta información se definieron y se seleccionaron las 29 características morfológicas más importantes y se clasificaron en 13 características cualitativas y 16 características cuantitativas. Todas las características seleccionadas fueron evaluadas durante la fase de floración. Con las características morfológicas seleccionadas se hizo una propuesta para elaborar una guía (*ver* Apéndice 2), con base en las recomendaciones de González-Andrés (2010) y tomando como referencia los lineamientos propuestos por la UPOV. También se utilizaron como referencia otras guías elaboradas para otros géneros de especies de orquídeas (*Cymbidium*, *Dendrobium* y *Phalaenopsis*).



Fuente: Hagsater y Salazar, 2002
Figura 6. Características botánicas de *Encyclia adenocaula*

Variables cualitativas

Con base en las características propuestas en la guía, se evaluaron por localidad nueve plantas en floración, en función de los siguientes parámetros. *Formas del pseudobulbo*: se consideraron tres niveles de expresión (ovoide, ovoide-cónico y cónico). *Hoja*: se evaluaron la textura (consistencia de la hoja), el color, la forma y el ápice. *Inflorescencia*: para evaluar esta característica se consideraron la coloración de las antocianinas del escapo floral y la consistencia del escapo floral. *Flor*: para evaluar las características de la flor se consideraron el color de los pétalos (intensidad y tono, Figura 7), la forma y venación del labelo y la fragancia.



Figura 7. Contraste en el color de las flores de *Encyclia adenocaula*

Variables cuantitativas

Altura de la planta: se midió desde la base de los pseudobulbos hasta la punta de la inflorescencia (Figura 8).



Figura 8. Planta de *Encyclia adenocaula* en floración

Seudobulbo: se consideró como referencia el diámetro polar y ecuatorial y se midió elseudobulbo de la inflorescencia evaluada (Figura 9).



Figura 9. Características relevantes de losseudobulbos (*trompitos*)

Hoja: longitud y ancho de la hoja, se midió y se tomó como referencia la hoja más grande en elseudobulbo evaluado (Figura 10).



Figura 10. Hojas de *Encyclia adenocaula*

Inflorescencia: se consideró y se midió la inflorescencia principal. Se registraron los siguientes parámetros: longitud del escapo floral (se midió y se tomó como referencia la hoja más grande), número de nudos en el escapo floral (se contabilizaron en el escapo principal), grosor del escapo floral (se utilizó un vernier para determinar el espesor del escapo floral), número de ramas en el escapo floral (se contabilizaron en el escapo principal) y número de flores por escapo floral (se contó el número total de flores). La Figura 11 muestra inflorescencias de *E. adenocaula*.



Figura 11. Inflorescencias de *Encyclia adenocaula*

Flor: se evaluaron el ancho y el largo de la flor; así como el largo y el ancho del labelo (Figura 12).



Figura 12. Diversidad morfológica de las flores de *Encyclia adenocaula*

Manejo de la colección *ex situ*

Durante el período de evaluación en el municipio de Temascaltepec, Estado de México, la colección se mantuvo en condiciones naturales de humedad (60 %) y de temperatura (18 a 21 °C), en una situación de media sombra (60 % de la luz directa en una zona semiarbolada). Las plantas fueron establecidas en huacales de madera que medían 15 cm de ancho por 15 cm de largo y 15 cm de altura (Figura 13). Se utilizó corteza descompuesta de pino como sustrato y los ejemplares se colocaron en condiciones naturales de manera uniforme. Se aplicó un riego cada ocho días durante el ciclo de evaluación.

En el municipio de Temascaltepec, *E. adenocaula* tiene un período de crecimiento activo de julio a noviembre. La floración se presenta entre los meses de febrero y mayo, y la fructificación aparece entre los meses de junio y febrero.

No se aplicó fertilización en ninguna de las fases del ciclo de las plantas y tampoco se observó ninguna plaga de importancia, por lo que no se realizó ningún control fitosanitario durante el período de la evaluación *ex situ*.



Figura 13. Manejo y toma de datos de la colección de *Encyclia adenocaula* en floración (evaluación *ex situ*) en Temascaltepec, Estado de México

Diseño experimental y análisis estadístico

Las variables se analizaron en función de un diseño experimental completamente al azar con nueve repeticiones (plantas de cada localidad). Se consideraron como tratamientos las cuatro localidades evaluadas. Se realizó un análisis de varianza y de medias a través de la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS), al 5 % de probabilidad. Se ejecutó un análisis multivariado de componentes principales (ACP) utilizando el procedimiento PRINCOMP del programa informático Statistical Analysis System (SAS). Este procedimiento permitió realizar el análisis multivariado con datos originales estandarizados (Johnson y Wichern, 2002) y un análisis de conglomerados, utilizando los procedimientos PROC CLUSTER y PROC TREE. El criterio de agrupamiento fue la distancia promedio.

La evaluación y el análisis se realizaron en dos etapas: *in situ* y *ex situ*. En el caso de la evaluación *in situ* (plantas recién colectadas) solo se consideraron algunas variables morfológicas vegetativas. En el caso de la evaluación *ex situ* (un año hasta la floración en condiciones uniformes de manejo) se hizo el análisis de características morfológicas vegetativas y de características reproductivas, de acuerdo a los descriptores propuestos para el análisis de utilidad y para su validación.

Resultados y discusión

Caracterización *in situ*

Análisis de componentes principales (ACP)

Se evaluó la importancia de las nueve características consideradas en este análisis preliminar y se observó que, por si solos, los tres primeros componentes son capaces de explicar el 70 % de toda la diversidad representada en las poblaciones estudiadas, lo cual indica una gran reducción del tamaño del conjunto de datos que se pueden expresar por medio de este número de componentes, partiendo de las nueve características posibles consideradas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores y vectores característicos para los primeros cinco componentes principales (CP) en caracteres morfológicos de *Encyclia adenocaula*.

Valores característicos	Componentes principales				
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5
Proporción	0.3187	0.2434	0.1411	0.1007	0.0814
Acumulado	0.3187	0.5621	0.7032	0.8039	0.8853
Vectores característicos					
NP ¹	0.225593	0.056784	-0.600937	-0.151060	0.667022
D	0.345098	0.340965	0.332787	0.118522	-0.209853
L	0.358192	0.420737	0.018680	-0.287561	-0.063703

¹NP: número de seudobulbos; D: diámetro de seudobulbos; L: longitud de seudobulbos; EF: longitud del escapo floral; EN: número de entrenudos; NB: número de botones florales; NH: número de hojas; AH: ancho de hojas; LH: longitud de hojas.

Cuadro 2. Valores y vectores característicos para los primeros cinco componentes principales (CP) en caracteres morfológicos de *Encyclia adenocaula* (continuación).

Valores característicos	Componentes principales				
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5
Vectores característicos					
EF	-0.334380	0.466405	0.012588	0.213241	0.109267
EN	-0.466676	0.335911	-0.005372	0.017029	0.107874
NB	-0.402340	0.365169	0.037669	-0.017920	0.144548
NH	0.180698	0.093661	-0.397154	0.840544	-0.164240
AH	0.109908	-0.179946	0.600260	0.353254	0.649270
LH	0.406826	0.445676	0.090167	-0.055285	0.118274

¹NP: número de pseudobulbos; D: diámetro de pseudobulbos; L: longitud de pseudobulbos; EF: longitud del escapo floral; EN: número de entrenudos; NB: número de botones florales; NH: número de hojas; AH: ancho de hojas; LH: longitud de hojas.

A continuación se presenta la importancia relativa de las características dentro de cada componente principal:

- Componente 1: diámetro polar y ecuatorial del pseudobulbo y longitud de la hoja.
- Componente 2: longitud del escapo floral, número de botones florales, longitud de la hoja y diámetro polar del pseudobulbo.
- Componente 3: diámetro polar del pseudobulbo y ancho de la hoja.
- Componente 4: número de hojas y ancho de la hoja.
- Componente 5: número de pseudobulbos y ancho de la hoja.

El análisis multivariado destacó la importancia de las características vegetativas, (pseudobulbos) las cuales contribuyen en mayor proporción a la variabilidad

total (componente principal 1). En segundo lugar de importancia se presentan las características reproductivas, como el escape floral y el número de botones florales (componente 2). En tercer lugar aparece el componente 4, el cual distingue bien las características relacionadas con las hojas.

Los nueve descriptores considerados pueden ser validados con el propósito de describir y diferenciar a las poblaciones y a las variedades, ya que permitieron hacer distinciones entre las tres poblaciones (Figura 14). A pesar de la gran heterogeneidad, se observó una tendencia de los dos primeros componentes a agruparse. Temascaltepec fue la localidad que presentó los valores más altos, le siguieron la población de El Tule y la de Real de Arriba.

Análisis de conglomerados (AC)

La información anterior fue ratificada por el AC (Figura 15), en donde se puede observar que a pesar de la gran dispersión de los individuos, existe una tendencia a agruparse. Si se toma una distancia promedio de 0.85, se puede afirmar que se formaron 7 grupos: A: 10, B: 8, C: 3, D: 4, E: 2, F: 2 y G: 1.

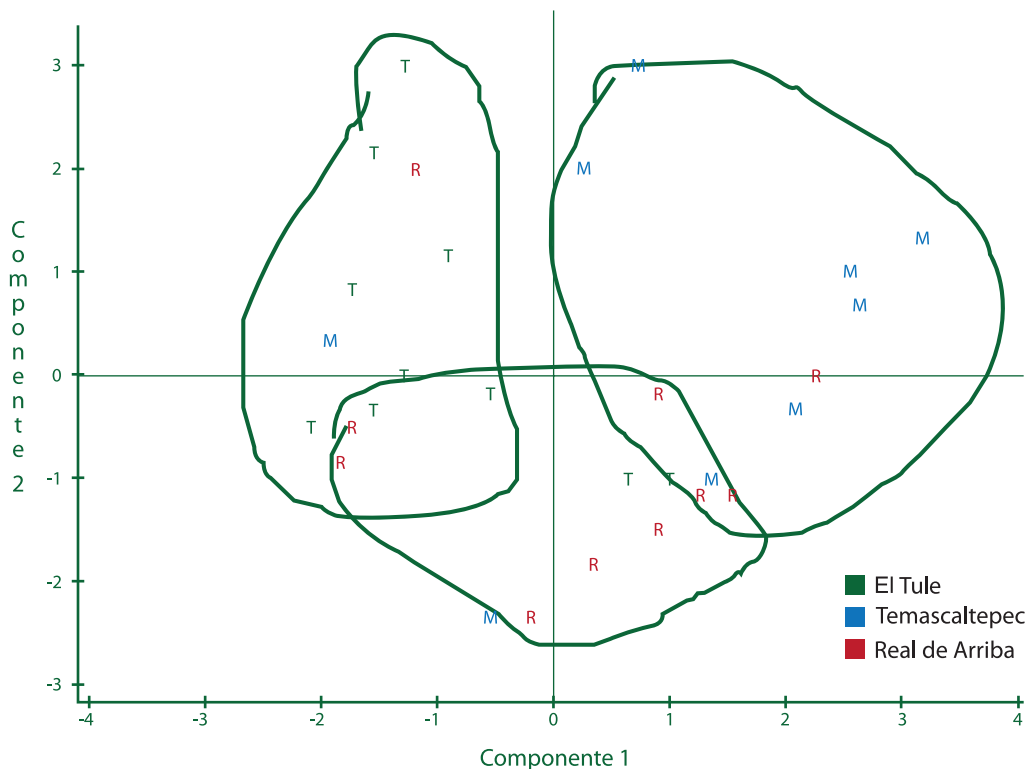


Figura 14. Dispersión de plantas de *Encyclia adenocaula* en los dos primeros componentes principales. Individuos provenientes de tres localidades del municipio de Temascaltepec, Estado de México (T: El Tule; R: Real de Arriba; M: Temascaltepec)

El grupo A tiene más representantes de la localidad de El Tule; el grupo B posee al menos la mitad de representantes de la localidad de Real de Arriba y el grupo D reúne a más individuos de la localidad de Temascaltepec.

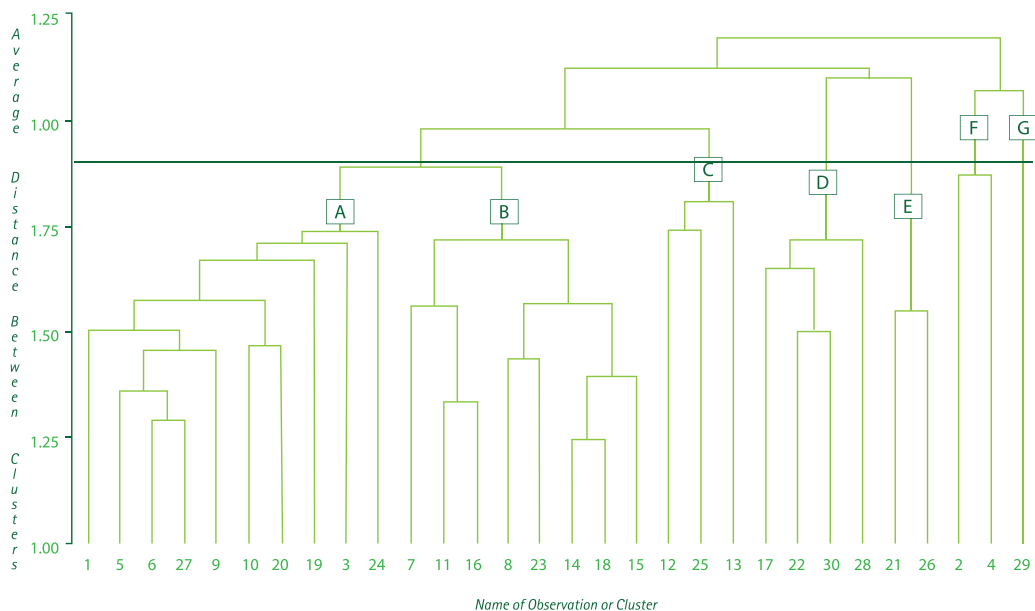


Figura 15. Dendrograma correspondiente a treinta clones de tres poblaciones de *Encyclia adenocaula* del municipio de Temascaltepec, Estado de México (los números del 1 al 10 corresponden a colectas de El Tule; los números del 11 al 20 a Real de Arriba y los números del 21 al 30 a Temascaltepec). Las letras mayúsculas representan a los grupos formados a una distancia promedio de 0.85

Los resultados permiten validar las nueve características propuestas para que puedan ser consideradas en la elaboración de la guía. Lo anterior marca la pauta para continuar con la validación de otros descriptores, principalmente de la flor, en donde cualitativamente se ha observado una gran variación. Se recomienda que para estudios futuros se aumente el tamaño de la muestra y de las poblaciones, es decir, es necesario realizar colectas en estados como Jalisco, Michoacán y Nayarit, para tratar de ampliar el rango de diversidad de las características propuestas.

Caracterización *ex situ*

Descriptores cualitativos de *Encyclia adenocaula*

La clasificación de estas características se presenta en el Cuadro 3, en donde se puede apreciar que al aplicar los descriptores propuestos en la guía, existen características que muestran mayor variabilidad y que permiten diferenciar individuos entre y dentro de las colectas, de tal manera que es posible organizar la información en tres grupos:

Grupo A: forma de pseudobulbo. Las colecciones del Real de Arriba y de Temascaltepec presentaron una forma predominantemente ovoide, mientras que las colecciones de El Tule y de San Simón mostraron ambas formas (ovoide y cónico-ovoide).

Grupo B: forma del ápice de la hoja. La colección de Real de Arriba mostró un ápice agudo, la colección de San Simón presentó el ápice agudo y el ápice obtuso, en tanto que la colección de El Tule exhibió ápice obtuso.

Grupo C: consistencia del escapo floral. La colección de San Simón presentó mayor fragilidad con respecto de las otras tres colecciones, las cuales mostraron una consistencia moderadamente fuerte.

Cuadro 3. Variación en los descriptores para diferenciar localidades y colectas de *Encyclia adenocaula* en Temascaltepec, Estado de México.

LOCALIDAD	Hcp ¹	FP	Tex	CH	FH	ApH	ColEF	IC	ConEF
El Tule	Er ²	Cov	M	Vm	L	Ag	Pr	M	M
El Tule	R	Cov	M	Vo	L	Ag	Pr	D	F
El Tule	SmE	Ov	M	Vo	O	Ob	Pr	M	M
El Tule	SmE	Cov	Su	Vo	L	Ob	Pr	M	M
El Tule	SmE	Cov	Su	Vc	L	Ag	Pr	M	M
El Tule	Er	Ov	Su	Vc	O	Ob	Pr	M	D
El Tule	SmE	Ov	Su	Vc	L	Ob	Pr	M	F
El Tule	Er	Ov	M	Vc	O	Ob	Pr	M	F
Real de Arriba	SmE	Ov	M	Vm	L	Ag	Pr	F	M
Real de Arriba	SmE	Ov	Su	Vm	L	Ag	Au	D	M
Real de Arriba	SmE	Cov	M	Vm	O	Ag	Pr	M	D
Real de Arriba	SmE	Cov	Su	Vo	L	Ag	Au	D	D
Real de Arriba	SmE	Ov	M	Vm	O	Ag	Pr	D	M
Real de Arriba	SmE	Cov	M	Vm	O	Ag	Pr	D	F

¹Hcp: hábito de crecimiento de la planta; FP: forma del pseudobulbo; Tex: textura; CH: color de la hoja; ApH: ápice de la hoja; ColEF: color de la antocianina en el escapo floral; IC: intensidad de color; y ConEF: consistencia del escapo floral.

²Er: erecto; SmE: semi erecto; R: redondeado; Ov: ovoide; Cov: cónico-ovoide; S: suave; Co: coriácea; Vc: verde claro; Vm: verde medio; Vo: verde oscuro; L: lanceolada; O: ovalada; Ag: agudo; Ob: obtuso; Pr: presente; Au: ausente; M: medio; D: débil; y F: fuerte.

Cuadro 3. Variación en los descriptores para diferenciar localidades y colectas de *Encyclia adenocaula* en Temascaltepec, Estado de México (continuación).

LOCALIDAD	Hcp ¹	FP	Tex	CH	FH	ApH	ColEF	IC	ConEF
Real de Arriba	SmE	Cov	M	Vm	O	Ag	Pr	D	F
Real de Arriba	SmE	Ov	Su	Vo	L	Ag	Pr	M	M
Real de Arriba	SmE	Ov	M	Vc	O	Ag	Pr	F	F
Real de Arriba	SmE	Cov	Su	Vc	L	Ag	Pr	D	M
Temascaltepec	SmE	Ov	Su	Vm	O	Ob	Pr	M	M
Temascaltepec	SmE	Cov	M	Vm	L	Ag	Pr	D	D
Temascaltepec	SmE	Ov	Co	Vo	O	Ob	Au	M	M
Temascaltepec	SmE	Ov	Su	Vo	L	Ag	Pr	F	F
Temascaltepec	SmE	Cov	Su	Vc	L	Ag	Pr	M	F
Temascaltepec	SmE	Ov	Su	Vm	L	Ag	Pr	M	F
Temascaltepec	Er	Ov	Su	Vo	L	Ag	Au	M	M
San Simón	SmE	Cov	M	Vo	O	Ob	Pr	M	M
San Simón	SmE	Ov	Su	Vm	L	Ob	Pr	D	M
San Simón	SmE	Ov	Su	Vm	O	Ag	Au	M	M
San Simón	SmE	Cov	Su	Vm	O	Ob	Pr	M	D
San Simón	Er	Ov	Su	Vm	O	Ag	Pr	D	D
San Simón	SmE	Ov	Su	Vm	L	Ag	Au	D	D
San Simón	SmE	Cov	Su	Vm	O	Ag	Pr	M	D

¹Hcp: hábito de crecimiento de la planta; FP: forma del pseudobulbo; Tex: textura; CH: color de la hoja; ApH: ápice de la hoja; ColEF: color de la antocianina en el escapo floral; IC: intensidad de color; y ConEF: consistencia del escapo floral.

²Er: erecto; SmE: semi erecto; R: redondeado; Ov: ovoide; Cov: cónico-ovoide; S: suave; Co: coriácea; Vc: verde claro; Vm: verde medio; Vo: verde oscuro; L: lanceolada; O: ovalada; Ag: agudo; Ob: obtuso; Pr: presente; Au: ausente; M: medio; D: débil; y F: fuerte.

Características morfológicas cuantitativas de *Encyclia adenocaula*

Análisis de varianza. En el Cuadro 4 se presenta el análisis de varianza correspondiente y muestra que del total de las características vegetativas evaluadas, solo dos (Apl y LH) mostraron una alta significancia estadística en las localidades.

Cuadro 4. Análisis de varianza de algunas características morfológicas de *Encyclia adenocaula*.

Variables	Cuadrado Medio		CV (%)	R2	Pr > F
	Localidades	Error			
Apl ¹	624.85	119.19	26.75	0.37	0.005
DP	237.40	170.10	23.12	0.13	0.260
DE	103.60	54.30	33.20	0.17	0.150
NH	0.31	0.46	30.50	0.07	0.570
LH	119.40	22.96	19.06	0.36	0.006
AH	13.33	15.86	22.14	0.08	0.480
LEF	83.57	149.00	28.02	0.06	0.640
NEF	0.72	0.78	12.45	0.09	0.440
GEF	1.05	0.41	22.49	0.21	0.080
NREF	0.49	0.52	172.10	0.09	0.430

¹Apl: altura de la planta; DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial; NH: número de hojas por pseudobulbo; LH: longitud de la hoja; AH: ancho de la hoja; LEF: longitud del escapo floral; NEF: número de nudos en el escapo floral; GEF: grosor del escapo floral; NREF: número de ramas en el escapo floral; y NFEF: número de flores por escapo floral.

Aunque se presentaron diferencias en otras características, estas no fueron consistentes debido la gran variación que también se presenta dentro de cada localidad.

Diferencias por localidad entre las medias de las características morfológicas cuantitativas. En el Cuadro 5, se demuestra que las colecciones de las localidades de El Tule y de Temascaltepec muestran mayores valores de altura de planta (Apl), diámetro ecuatorial (DE), grosor del escapo floral (GEF) y número de flores por escapo floral (NEF). Las colecciones de las localidades de Real de Arriba y de San Simón no presentaron valores considerables en las variables evaluadas.

Cuadro 5. Valores promedio de algunas características morfológicas de *Encyclia adenocaula* por localidad de estudio en el municipio de Temascaltepec, Estado de México.

Variable ¹	Localidades			
	El Tule	Temascaltepec	Real de Arriba	San Simón
Apl (cm)	49.5	47.29	36.33	30.14
Hcp	2.00	1.85	1.85	1.75
FP	4.00	3.88	3.57	3.57
DP (mm)	63.54	58.33	52.85	50.78
DE	25.81	22.73	22.25	16.97
NH	2.42	2.37	2.11	2.00
LH (cm)	29.00	27.90	21.97	21.4
AH (mm)	19.33	18.71	16.87	16.78
Tex	4.25	4.11	3.85	3.57
CH	2.28	2.14	2.00	1.87

¹Apl: altura de la planta; Hcp: hábito de crecimiento de la planta; FP: formas de la planta; DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial; NH: número de hojas por pseudobulbo; LH: longitud de la hoja; AH: ancho de la hoja; Tex: textura (consistencia de la hoja); CH: color de la hoja; FH: forma de la hoja; ApH: ápice de la hoja; LEF: longitud del escapo floral; NEF: número de nudos en el escapo floral; GEF: grosor del escapo floral; ColeF: coloración de antocianinas del escapo floral; ConEF: consistencia del escapo floral (verrugosidad); NREF: número de ramas en el escapo floral; y NFEF: número de flores por escapo floral.

Cuadro 5. Valores promedio de algunas características morfológicas de *Encyclia adenocaula* por localidad de estudio en el municipio de Temascaltepec, Estado de México (continuación).

Variable ¹	Localidades			
	El Tule	Temascaltepec	Real de Arriba	San Simón
FH	1.85	1.50	1.28	1.00
ApH	1.50	1.42	1.28	1.00
LEF (cm)	47.1	45.38	42.02	39.67
NEF	7.37	7.33	7.00	6.71
GEF (mm)	3.44	2.80	2.75	2.58
CoIEF	4.14	3.28	2.77	1.00
ICEF	5.12	5.00	4.3	4.14
ConEF	5.71	5.08	5.00	3.85
NREF	0.75	0.42	0.33	0.14
NFEF	8.44	8.00	7.57	4.71

¹Apl: altura de la planta; Hcp: hábito de crecimiento de la planta; FP: formas de la planta; DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial; NH: número de hojas por pseudobulbo; LH: longitud de la hoja; AH: ancho de la hoja; Tex: textura (consistencia de la hoja); CH: color de la hoja; FH: forma de la hoja; ApH: ápice de la hoja; LEF: longitud del escapo floral; NEF: número de nudos en el escapo floral; GEF: grosor del escapo floral; CoIEF: coloración de antocianinas del escapo floral; ConEF: consistencia del escapo floral (verrugosidad); NREF: número de ramas en el escapo floral; y NFEF: número de flores por escapo floral.

Al considerar los promedios por localidad, en el caso de las características de la flor (Cuadro 6), se observó que las colecciones de la localidad de Real de Arriba mostraron una mayor longitud de flor, de labelo y de pétalo. Las colecciones de las localidades de El Tule y de Temascaltepec no presentaron diferencias significativas entre las variables evaluadas, mientras que las colecciones de la localidad de San Simón presentaron valores más pequeños con respecto a las colecciones de las otras tres comunidades.

Cuadro 6. Promedios, por localidad de colecta, de algunas características florales de *Encyclia adenocaula*.

Variables ¹	Localidades ²			
	Ra	Tu	Te	SS
Af	9.27	9.25	9.19	9.08
Lf	8.99	8.52	8.5	8.36
Ll	4.40	4.27	4.14	3.19
Al	2.28	2.24	2.07	2.03
Lp	4.85	4.52	4.49	4.41
Ap	0.70	0.69	0.66	0.65

¹Af: ancho de la flor; Lf: largo de la flor; Ll: largo del labelo; Al: ancho del labelo; Lp: largo del pétalo; Ap: ancho del pétalo; ²Ra: Real de Arriba; Tu: El Tule; Te: Temascaltepec; SS: San Simón.

Estadísticos descriptivos de las variables morfológicas evaluadas de *Encyclia adenocaula*

En el Cuadro 7 se presentan los estadísticos descriptivos de las 20 variables morfológicas, entre las cuales destaca la gran variación que existe para Apl, GEF, DE, LH, AH, LEF y DP, lo cual demuestra la gran variabilidad que existe entre las colectas, según la localidad.

Cuadro 7. Estadísticos descriptivos de las variables morfológicas evaluadas de *Encyclia adenocaula*.

Variable ²	Media ¹	Desviación ¹ Estándar	Mínimo	Máximo
Apl (cm)	40.81	13.029	22.00	78.00
Hcp	1.87	0.427	1.00	3.00
FP	3.77	0.990	3.00	5.00
DP (mm)	56.39	13.297	36.80	94.80
DE (mm)	22.22	7.697	10.60	39.60
NH	2.23	0.668	1.00	4.00
LH (cm)	25.13	5.710	14.00	35.00
AH (cm)	17.98	3.950	11.00	29.00
TEX	3.97	1.251	3.00	7.00
CH	2.06	0.727	1.00	3.00
FH	1.39	0.495	1.00	2.00
Aph	1.29	0.461	1.00	2.00
LEF (cm)	43.56	11.936	21.00	63.00
NEF	7.13	0.884	5.00	9.00
GEF (mm)	2.87	0.693	1.70	4.00
CoIEF	2.74	3.296	1.00	9.00
ICEF	4.64	1.226	3.00	7.00
ConEF	4.92	1.377	3.00	7.00
NREF	0.42	0.719	0.00	3.00
NFEF	7.29	3.743	0.00	15.00

¹Datos basados en 31 observaciones.

²APL: altura de la planta; Hcp: hábito de crecimiento de la planta; FP: formas del planta; DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial; NH: número de hojas por pseudobulbo; LH: longitud de la hoja; AH: ancho de la hoja; Tex: textura (consistencia de la hoja); CH: color de la hoja; FH: forma de la hoja; Aph: ápice de la hoja; LEF: longitud del escapo floral; NEF: número de nudos en el escapo floral; GEF: grosor del escapo floral; CoIEF: coloración de las antocianinas del escapo floral; ConEF: consistencia del escapo floral (verrugosidad); NREF: número de ramas en el escapo floral y NFEF: número de flores por escapo floral.

Análisis de componentes principales (ACP) para características morfológicas

Este análisis se describe mediante los valores y los vectores característicos de los componentes principales, los cuales se muestran en el Cuadro 8, en donde se observa que los primeros cuatro componentes explican casi el 60 % de la variabilidad total.

El primer componente definió más del 24 % de la variabilidad total. Respecto del porte de planta, las siguientes características fueron las de mayor importancia: variables de altura de la planta (Apl), diámetro ecuatorial (DE), longitud del escapo floral (LEF) y grosor del escapo floral (GEF).

El segundo componente fue capaz de explicar más del 15 % de la variabilidad total. Las características de mayor importancia fueron: forma de la hoja (FH) y ápice de la hoja (ApH).

El tercer componente principal determinó más del 11 % de la variabilidad total. Los valores mayores correspondieron a las siguientes características: color, color del escapó floral (ColEF) y color de la hoja (CH).

El cuarto componente explicó más del 9 % de la variabilidad total. Los valores mayores correspondieron al hábito de crecimiento de la planta (Hcp).

Cuadro 8. Valores y vectores característicos del ACP en cuatro localidades de Temascaltepec, Estado de México, en consideración de las características morfológicas de *Encyclia adenocaula*.

Valores característicos	Componentes principales			
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
Proporción	0.2451	0.1490	0.1081	0.0933
Acumulado	0.2451	0.3941	0.5022	0.5955
¹ Vectores característicos				
Apl	0.321	-0.57	-0.103	-0.092
Hcp	0.048	-0.111	0.066	0.519
FP	0.206	-0.095	0.233	0.320
DP	0.316	0.149	-0.058	-0.030
DE	0.366	-0.123	-0.149	-0.005
NH	0.287	-0.034	0.144	0.08
LH	0.25	-0.28	-0.070	-0.15
AH	0.226	-0.334	0.072	-0.170
Tex	-0.048	0.133	-2616	0.157
CH	-0.069	-0.181	0.292	0.26
FH	-0.172	0.416	0.159	-0.123
ApH	-0.072	0.460	0.21	0.037
LEF	0.372	0.137	0.15	0.072

¹Apl: altura de la planta; Hcp: hábito de crecimiento de la planta; FP: formas de la planta; DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial; NH: número de hojas por pseudobulbo; LH: longitud de la hoja; AH: ancho de la hoja; Tex: textura (consistencia de la hoja); CH: color de la hoja; FH: forma de la hoja; ApH: ápice de la hoja; LEF: longitud del escapo floral; NEF: número de nudos en el escapo floral; GEF: grosor del escapo floral; CoLEF: coloración de las antocianinas del escapo floral; ConEF: consistencia del escapo floral (verrugosidad); NREF: número de ramas en el escapo floral y NFEF: número de flores por escapo floral.

Cuadro 8. Valores y vectores característicos del ACP en cuatro localidades de Temascaltepec, Estado de México, en consideración de las características morfológicas de *Encyclia adenocaula* (continuación).

Valores característicos	Componentes principales			
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
¹ Vectores característicos				
NEF	0.148	0.195	0.233	0.388
GEF	0.1927	0.262	0.39	-0.030
ColEF	-0.150	-0.264	0.277	-0.224
ICEF	0.065	0.100	-0.368	0.126
ConEF	0.044	-0.002	-0.479	0.30
NREF	0.284	0.245	-0.015	-0.306
NFEF	0.256	0.206	-0.112	-0.143

¹Apl: altura de la planta; Hcp: hábito de crecimiento de la planta; FP: formas de la planta; DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial; NH: número de hojas por pseudobulbo; LH: longitud de la hoja; AH: ancho de la hoja; Tex: textura (consistencia de la hoja); CH: color de la hoja; FH: forma de la hoja; ApH: ápice de la hoja; LEF: longitud del escapo floral; NEF: número de nudos en el escapo floral; GEF: grosor del escapo floral; ColEF: coloración de las antocianinas del escapo floral; ConEF: consistencia del escapo floral (verrugosidad); NREF: número de ramas en el escapo floral y NFEF: número de flores por escapo floral.

Análisis de componentes principales (ACP) para características florales

Al considerar las variables florales, el ACP mostró que los primeros cuatro componentes explicaron casi el 90 % de la variabilidad total (Cuadro 9).

El primer componente definió a más del 53 % de la variabilidad total. Las características de importancia fueron: ancho de la flor (Af), largo de la flor (Lf) y largo del pétalo (Lp).

El segundo componente fue capaz de explicar más del 18 % de la variabilidad total. La característica de mayor importancia fue el ancho del pétalo (Ap).

El tercer componente determinó más del 11 % de la variabilidad total. Los mayores valores correspondieron al ancho de labelo (Al).

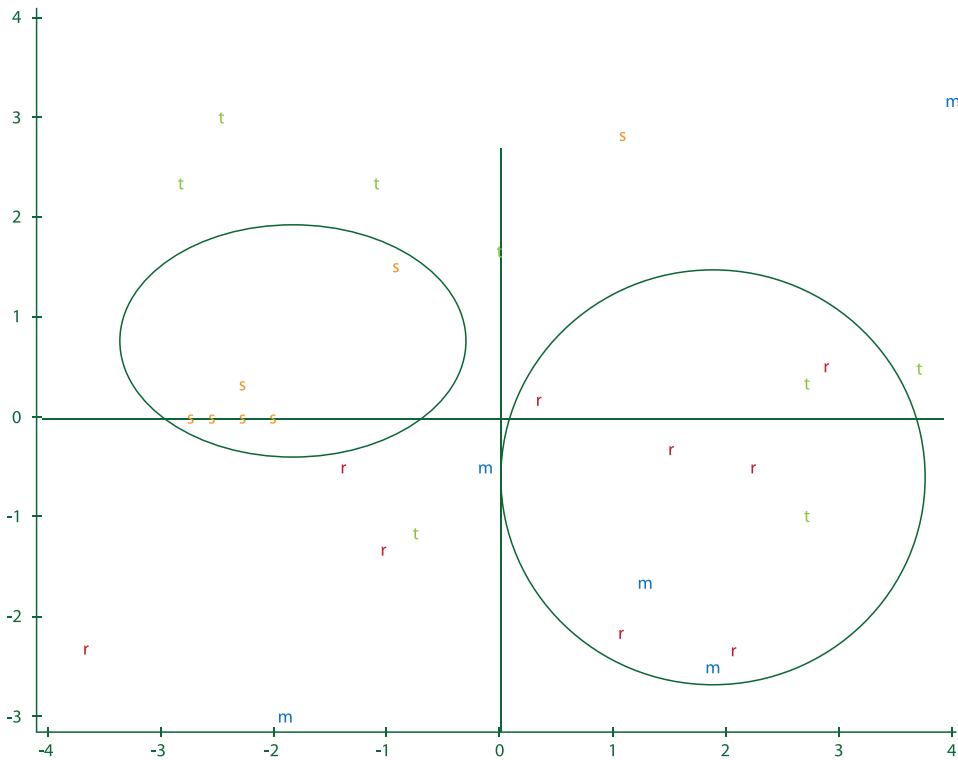
El cuarto componente delimitó a más del 8 % de la variabilidad total. La mayor variabilidad correspondió al ancho del pétalo (Ap).

Cuadro 9. Valores y vectores característicos del ACP en cuatro localidades de Temascaltepec, Estado de México en consideración de las características florales de *Encyclia adenocaula*.

Valores característicos	Componentes principales			
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
Proporción	0.5324	0.1819	0.1183	0.0856
Acumulado	0.5324	0.7203	0.9241	0.9748
¹ Vectores característicos				
Af	0.487516	0.07668	-0.207873	-0.184501
Lf	0.499252	0.00878	0.019256	-0.268611
Ll	0.32865	-0.559476	-0.170109	0.739815
Al	0.35842	-0.333636	0.769241	-0.212796
Lp	0.475095	0.206045	-0.4455	-0.13251
Ap	0.225575	0.726128	0.370511	0.532579

¹Af: ancho de la flor; Lf: largo de la flor; Ll: largo del lábello; Al: ancho del lábello; Lp: largo del pétalo; y Ap: ancho del pétalo.

En la Figura 16 se observa que al considerar los dos primeros componentes, los cuales marcan diferencia en las características morfológicas (altura de planta y características de las hojas), se pueden distinguir bien las colecciones de las localidades de Real de Arriba y de San Simón, a pesar de la gran dispersión de las colectas.



t: El Tule; m: Temascaltepec; r: Real de Arriba; s: San Simón

Figura 16. Dispersión de características florales de *Encyclia adenocaula*, en consideración de los dos primeros componentes, en cuatro localidades de Temascaltepec, Estado de México.

Al considerar el segundo y tercer componente, se observó una gran dispersión dentro de las colectas; sin embargo, solo las colectas de San Simón (s) tendieron a agruparse, esta localidad se caracterizó por presentar las flores mas pequeñas (Figura 17).

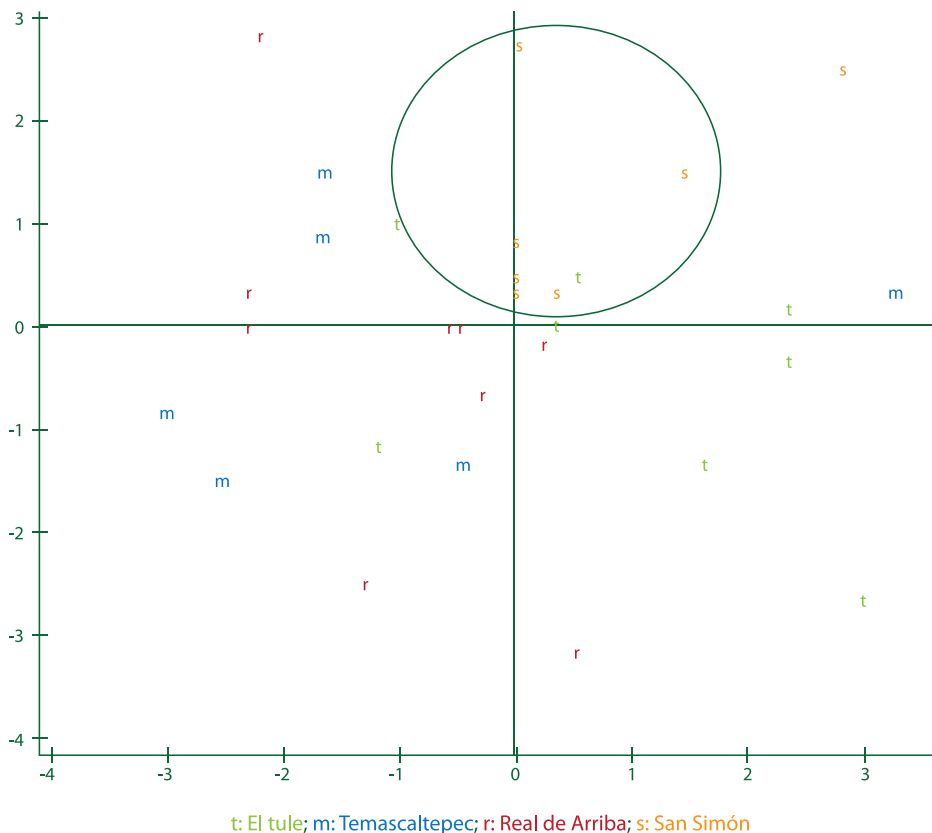


Figura 17. Dispersión de características florales de *Encyclia adenocaula*, en consideración de los componentes dos y tres, en cuatro localidades de Temascaltepec, Estado de México.

En general, al considerar las características relacionadas con la flor, se observó que hay variabilidad entre las colecciones de las localidades evaluadas en el municipio de Temascaltepec, Estado de México. Las comunidades que tuvieron

mayor diversidad significativa en las colecciones fueron la de Real de Arriba, la cual mostró las flores más grandes, y la de San Simón, la cual presentó las flores más pequeñas. Las colecciones de Temascaltepec y de El Tule no mostraron diferencia.

Análisis de conglomerados (AC) para componentes florales

En la Figura 18 se muestran las distancias promedio para la diferenciación de las localidades de colecta de *E. adenocaula*. Se observa que al considerar una distancia de 0.85, las colecciones de las localidades de Real de Arriba y de Temascaltepec se integran en un mismo grupo y difieren de las otras dos. La colección más diferente fue la de la localidad de San Simón, lo que concuerda con el análisis de componentes principales (ACP).

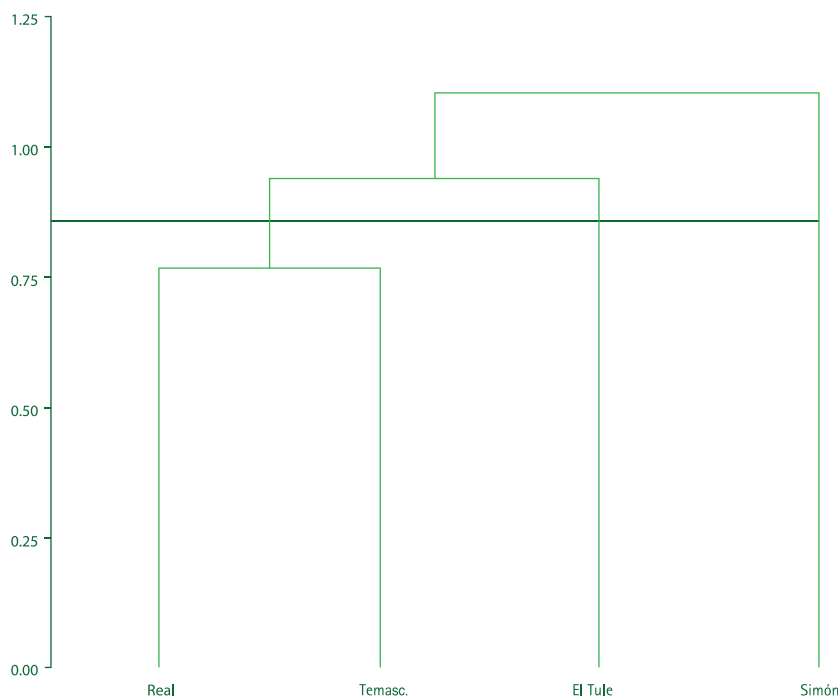


Figura 18. Dendrograma obtenido del análisis de conglomerados con base en caracteres morfológicos de *Encyclia adenocaula* de cuatro localidades del municipio de Temascaltepec, Estado de México.

En la Figura 19 se muestra el agrupamiento, con base en la similitud de los caracteres florales, a una distancia promedio de 0.80. Las colecciones de las localidades de Temascaltepec y de El Tule se integraron en un mismo *cluster*. La colección de Real de Arriba fue la más diferente.

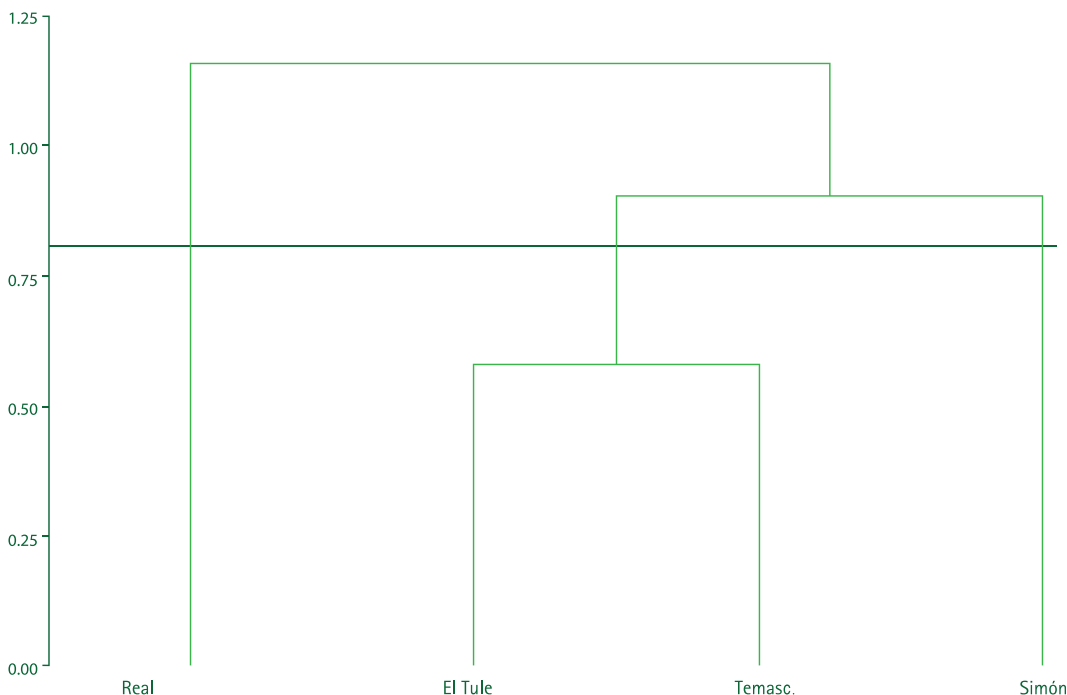


Figura 19. Dendrograma obtenido del análisis de conglomerados con base en caracteres florales de *Encyclia adenocaula* de cuatro localidades del municipio de Temascaltepec, Estado de México.

El conocimiento de la diversidad genética, entre y dentro de las especies ampliamente distribuidas, es importante para lograr su conservación y su diferenciación genética y fenotípica, pues generalmente muestran variación morfológica y fisiológica (Wen y Hsiao, 2001). Estas variaciones se pudieron apreciar en áreas relativamente pequeñas, pertenecientes a cuatro localidades dentro del municipio de Temascaltepec, Estado de México.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se pueden hacer conclusiones preliminares.

El empleo de la descripción botánica de *Encyclia adenocaula* y de otras guías fue eficaz para hacer la propuesta de descriptores que fueran útiles, para orientar a la especie hacia caracteres de interés hortícola.

El procedimiento de validación, basado en la comparación de poblaciones de diferentes orígenes, es de utilidad para poder evaluar la diversidad y la importancia que se presenta en cada descriptor.

Debido a las características morfológicas que se presentaron en las colectas de *E. adenocaula*, en el municipio de Temascaltepec, Estado de México, fue posible identificar algunas variables para discriminar la diversidad existente en las comunidades de El Tule, Real de Arriba, San Simón y Temascaltepec. Las diferencias se encontraron en la forma del seudobulbo, en el ápice de la hoja y la consistencia del escapo floral.

El análisis de los componentes principales, para el caso de las características morfológicas, se detectó la importancia de algunas características vegetativas y de algunas características reproductivas. Las características fueron: longitud de la planta, forma de la hoja, largo del escapo floral, diámetro ecuatorial y diámetro polar del seudobulbo, ápice de la hoja, ancho y largo de la flor y largo del pétalo.

Con el análisis de conglomerados se pudieron agrupar, en términos de similitud y de diferencia, las colecciones correspondientes a las cuatro localidades mencionadas en esta obra, con base en sus características vegetativas y reproductivas. Se encontró una gran similitud entre las colecciones de la localidad de El Tule y las colecciones de la localidad de Temascaltepec, en función de sus

características reproductivas. Entre las colecciones de la localidad de Real de Arriba y las colecciones de la localidad de Temascaltepec, se encontró similitud en lo que corresponde a los caracteres de tipo vegetativo.

En general, el método permitió diferenciar entre los lugares de colecta, los cuales, a pesar de su gran variación, fueron consistentes en relación a las diferencias. Se lograron validar 29 descriptores de los 37 propuestos, los cuales se podrán utilizar como guía para trabajos futuros.

Bibliografía

- Ávila D., I. y K. Oyama. 2002. Manejo sustentable de *Laelia speciosa* (Orchidaceae) Biodiversitas 7(43): 34.
- Ceballos G., L. R., G. Garduño, R. López, M. J. Muñoz-Cano, E. Collado y J. E. San Román. 2009. La Diversidad; Biológica del Estado de México. Gobierno del Estado de México. 527 p.
- CONABIO-CONANP-SEMARNAT. 2008. Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal: objetivos y metas. México.
- Dressler, R. L. y G. E. Pollard. 1974. El Género *Encyclia* en México. Asociación Mexicana de Orquideología. México. 151 p.
- Ely F., F. Torres, F. Rada y Y. León. 2007. Estudio morfo-anatómico de dos orquídeas de una selva nublada tropical. INTERCIENCIA 32(6): 410-418.
- Esquivel, A. A. y H. C. Villanueva. 2008. Caracterización morfológica de una variedad botánica de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.). Tesis de Licenciatura Ingeniero Agrónomo en Floricultura. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.
- González A., F. y J. M. Pita V. (eds.). 2001. Conservación y Caracterización de Recursos Fitogenéticos. Ed. INEA 279 p.
- Hágsater, E. 1973. *Encyclia memorialis*. Orquídea (México). 337-341 pp.
- Hagsater, E. and M. A. Soto-Arenas. 1998. Orchid Conservation in Mexico. Selbyana 19 (1): 15-19.

- Hágsater, E. y R. González-Tamayo. 1975. *Encyclia kennedyi* y *Encyclia adenocaula*. Orquídea (México). 4 (12): 355-363 pp.
- Hagsater, E. and G. A. Salazar. 2002 Icones Orchidacearum 5-6, Orchids of Mexico Parts 2-3. Plate 554. Asociación Mexicana de Orquídeología A. C.
- INEGI. 1997. Cuaderno Estadístico Municipal: Temascaltepec. Gobierno del Estado de México. 153 p.
- IUCN/SSC ORCHID SPECIALIST GROUP. 1996. Orchids. Status, Survey and Conservation Action Plan. IUCN, Gland, Switzerland & Cambridge, UK. 53-58 pp.
- Johnson, R. A. and D. W. Wichern, 2002. Applied Multivariate Statistical Analysis. Upper Saddle River (NJ). Prentice-Hall. 320 p.
- González-Andrés, F. 2010. Caracterización de Germoplasma Vegetal. Curso intensivo. 9 de Agosto al 3 de Septiembre de 2010. Universidad Autónoma Chapingo. http://www3.unileon.es/personal/wwdiafga/index_curso.htm.
- Laguna C., A., M. E. Guadarrama G., Y. R. Arenas J. y R. Delgado M. 2007. Aplicación de la guía de descripción varietal de dalia (*Dahlia* spp.) en la caracterización de clones seleccionados. Revista Ciencias Agrícolas Informa. 16:24-29 pp.
- Magallán H., F. y L. Hernández S. 2000. La familia *Agavaceae* del estado de Querétaro. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 66:103-112 pp.
- Navarro, L. E., V. L. I. Gil, E. V. Cruz San Pedro y T. A. Bastida. 2001. Botánica e identificación de orquídeas. AGRIBOT. UACH. 6-11. pp.
- Ohsawa, T. and Y. Ide. 2007. Global Patterns of Genetic Variation in Plant Species along Vertical and Horizontal Gradients on Mountains. Global Ecology Biogeography. 1-12 pp.

- Palma, A. 2003. Utilización de marcadores moleculares para definir la posición taxonómica en Orquídeas. Tesis de Licenciatura. Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Zamorano, Honduras. 8-9 pp.
- Palestina, A. and V. Sosa. 2002. Morphological Variation in Populations of *Bletia purpurea* (Orchidaceae) and Description of The New Species *B. riparia*. *Brittonia* 54:99-111 pp.
- Ramirez, W. and G. Rojas. 2007. Morphological Characterization of Artificial Hybrid between *Stanhopea costarricensis* and *Stanhopea cirrhata* (Orchidaceae). *Lankesteriana* 7(3)
- Rzedowsky, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, DF 432 p.
- Salazar-Rojas V. M., B. E. Herrera-Cabrera, M. A. Soto-Arenas and F. Castillo-González. 2009. Morphological Variation in *Laelia anceps* subsp. *dawsonii* f. *chilapensis*. In: Soto-Arenas *Orchidaceae* in Traditional Home Gardens of Chilapa, Guerrero, Mexico. Genetic Resources and Crop Evolution. 57(4): 543-552 pp.
- SAS. 2002. SAS/STAT Users guide, version 9. SAS Institute Inc, North Carolina.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana: NOM-059 ECOL-2001. Protección ambiental especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. México.
- Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). 2009. Reglas de Recolecta y Datos Pasaporte para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA). SNICS-SAGARPA. México. 9 p.
- Soto-Arenas, M. A. 1988. Listado actualizado de las Orquídeas de México. *Orquídea* (México) 11: 233-277 pp.

- Soto-Arenas, M. A. y A. R. Solano-Gómez. 2007. Fichas técnicas de *Encyclia adenocaula*, *Prosthechea citrina*, *Laelia gouldiana*, *Rhynchostele cervantesii*, *R. cordata*, *R. ehrenbergii*, *R. galeottiana*, *R. londesboroughiana*, *R. madrensis*, *R. majalis*, *R. pigmaea*, *R. rossii*, *R. usroskinneri*, *Stanhopea ecornuta* y *Stanhopea tigrina*. In: Soto Arenas, M. A. (compilador). Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-ECOL-2001.
- Téllez V., M. A. A. (editor y compilador). 2009. Diagnóstico de la familia *Orchidaceae* en México (Con énfasis en algunas especies). SAGARPA. SINAREFI, SNICS. México DF. 66-72 pp.
- Vicente, M. C. y T. Fulton. 2003. Tecnología de marcadores moleculares para estudios diversos en genética de plantas: módulo de aprendizaje. il. Nelly Giraldo. Instituto Internacional de Recurso Fitogenéticos (IPGRI), Roma, Italia. 95-78 pp.
- Villegas R., M. L. 2004. Caracterización morfológica de genotipos de noche buena con potencial ornamental. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, México. 124 p.
- Wen, C. S. and J. Y. Hsiao. 2001. Altitudinal genetic differentiation and diversity of Taiwan lily (*Lilium longiflorum* var. *Formosanum*; *Liliaceae*) using RAPD markers and morphological characters. *International Journal of Plant Sciences*. 162(2): 287-295 pp.
- Wong, K. C. and M. Sun. 1999. Reproductive biology and conservation genetics of *Goodyera procera* (*Orchidaceae*). *American Journal of Botany*. 86:1406-1413 pp.

Apéndice 1

Metodología para la fase de exploración y colecta

1. Revisión de literatura y de trabajos relevantes para el proyecto (temas relacionados: taxonomía, florística, conservación y aprovechamiento).
2. Revisión de los herbarios nacionales (MEXU, CHAPA, ENCB, AMO, ENEP-IZTA y FCA-UAEM) para examinar las colecciones de la familia Orchidaceae, relacionadas con el área de estudio.
3. Levantamiento topográfico, por fotointerpretación cartográfica, del municipio de Temascaltepec, Estado de México. Se reconocieron y determinaron: asociaciones vegetales importantes; relieve topográfico; altimetría; cuerpos de agua y cuencas hidrológicas; usos de suelo; caminos, puentes y carreteras; toponimia; y estado relativo de conservación de las masas forestales. Para ello se utilizó la información digitalizada por el INEGI, en la cual se manejan distintas escalas con un grado de resolución por unidad de área de hasta 4 m² de terreno.
4. Elaboración de mapas en los que se detalló la información del levantamiento topográfico y la ubicación, general o detallada (de acuerdo al nivel de información al que se tuvo acceso), de los sitios de colecta previos, para determinar los niveles de exploración, la cobertura de áreas visitadas, las zonas susceptibles de muestreo y los modos de acceso a ellas.
5. Solicitud de permisos de colecta científica a las dependencias correspondientes (SEMARNAP y autoridades locales).
6. Elección de las áreas de colecta, con base en los estudios arriba mencionados y en consideración de los siguientes aspectos:
 - a. Registro de las colectas previas.

- b. Representatividad de las áreas muestreadas.
- c. Áreas que han sido escasamente exploradas o que no había sido investigadas, potencialmente ricas en diversidad (por ejemplo: tipos específicos de vegetación, lugares con microclimas, cañadas, zonas aisladas y poco perturbadas, cuencas hidrológicas, pedregales, etcétera).
- d. Recomendaciones personales de especialistas, aficionados y habitantes de la localidad que conozcan muy bien los sitios específicos.

7. Planificación del trabajo de campo de acuerdo a:

- a. Tiempo efectivo de colecta.
- b. Estandarización de muestras (ejemplares/visita, ejemplares/área y visitas/área) para estimar el esfuerzo de colecta (Magallán y Hernández, 2000).
- c. Épocas del año (estaciones), en relación con los ciclos anuales biológicos de crecimiento, floración, fructificación y latencia oculta (en el caso de muchas orquídeas terrestres que solo mantienen pseudobulbos, cormos, raíces y rizomas en el subsuelo).
- d. Necesidad de implementar, en el transcurso del año, colectas excepcionales.
- e. Recursos asignados.
- f. Tiempo del proyecto.

Se subdividió el área de estudio en tres subregiones y se propuso que mensualmente se efectuaran dos salidas a campo, con tres días efectivos de duración, durante al menos tres años (una salida por cada año, iniciando en el área con mayor diversidad reportada). Se estableció la base de operaciones en la cabecera municipal, dentro de las instalaciones de la UAEM. En los pueblos y en las rancherías, el centro de trabajo se ubicó en los domicilios de los habitantes del lugar.

8. El trabajo de campo se llevó a cabo por un grupo mínimo de tres personas y máximo de siete personas. Se contó con el apoyo la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM (FCA-UAEM), del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento de la FCA-UAEM; de la Facultad de Ciencias de la UAEM (FC-UAEM) del herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología AMO y de guías, los cuales eran habitantes de la localidad.

9. El procedimiento de colecta de ejemplares se realizó, previa capacitación de los ayudantes voluntarios, a través de recorridos a pie, en forma radial y por transectos por parte de todo el grupo. Se trató de cubrir el mayor área posible, indagando meticulosa y sistemáticamente en los sitios en donde existían mayores posibilidades de localizar plantas de interés; pero sin descartar otros sitios. Fue importante considerar la experiencia propia y las recomendaciones ofrecidas en otros trabajos de investigación.

La recolección de ejemplares de herbario y plantas vivas para su cultivo se basó en los siguientes aspectos:

- a. El Código de Conducta para Cultivadores y Colectores de Orquídeas, así como en las recomendaciones emitidas por el IUCN/SSC Action Plan (IUCN/SSC ORCHID SPECIALIST GROUP, 1996), tomando en cuenta la vulnerabilidad de algunas especies de orquídeas.
- b. Las necesidades y características intrínsecas del proyecto.

Cuando las condiciones lo permitieron, como mínimo se colectaron un duplicado por cada ejemplar y un máximo de cinco réplicas. Las muestras de los ejemplares encontrados en el campo presentaron flores o frutos; cuando no fue así, y sus estructuras vegetativas no fueron determinantes para su correcta o segura identificación, se recolectaron plantas o divisiones de plantas vivas para su posterior cultivo y eventual floración. La finalidad de este procedimiento fue la obtención de registros de todos los taxas presentes en el área visitada y no únicamente de aquellas especies que presentaron estructuras reproductivas en ese momento.

Cuando el área era poco accesible o lejana, y solo existía una oportunidad de pasar por ahí, se tomó la decisión de herborizar todas las muestras, estuvieran o no en floración. En el caso de especies raras o no identificadas se eligió tomar una división de ellas, si el vigor y el número de pseudobulbos lo permitía. Se sugirió anotar la mayor cantidad posible de registros. Todos los registros relevantes fueron ubicados y referenciados con el geoposicionador satelital (GPS).

Además, sin excepción, se anotaron los siguientes datos por ejemplar: nombre del colector, número y fecha de la colecta, hábito de crecimiento de la planta (epífita, litófito o semiepífita), tipo de vegetación en la que se encontró, intervalo altitudinal, observaciones particulares de la planta, abundancia relativa (sondeo general) y número de duplicados. Todos los ejemplares se sometieron al proceso de herborizado. Se comenzó desde el prensado *in situ* (en la mayoría de los casos) y el resto del proceso se efectuó en el herbario de la FCA-UAEM, de acuerdo a los métodos tradicionales ya preestablecidos y a la propia experiencia dentro del herbario.

10. El cultivo de ejemplares vivos se realizó en un invernadero adaptado para tal fin en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México (FCA-UAEM), campus El Cerrillo, en Toluca, Estado de México. Al florecer los ejemplares se herborizó una parte de ellos, el resto de ellos fue adaptado para su exhibición en el orquidario o para realizar otros estudios.
11. La determinación taxonómica de ejemplares se hizo en las mismas instalaciones de la FCA-UAEM, por los investigadores participantes en el proyecto, por personal del Herbario AMO o con el auxilio de expertos en taxas particulares.
12. La interpretación de resultados se logró a través de listados y de gráficos de diversidad; del patrón de distribución de los taxas localizados (los cuales incluyeron la revisión de literatura); de la variación fenotípica; del estado de conservación y abundancia relativa de cada especie; y de los usos actuales y potenciales de cada una de las especies estudiadas.
13. La integración de las bases de datos se hizo a la par del paso anterior, y consistió en guardar los datos en bases de datos compatibles y con la apropiada estandarización de la información de pasaporte.

Apéndice 2

Descripción de la planta y propuesta de descriptores para *Encyclia adenocaula*

Planta. Hierba epífita, subcespitosa, hasta 50 cm de alto sin incluir la inflorescencia.

1	Altura de la planta	Corta Media Alta	3 () 5 () 7 ()
2	Hábito de crecimiento de la planta	Erecto Semi erecto Redondeado Péndulo	1 () 2 () 3 () 4 ()

Seudobulbos. Agrupados, ovoides y/o cónicos-ovoides, 3-8 x 2-6 cm; parcialmente cubiertos por vainas fibrosas hasta de 9 cm de largo.

1	Forma del pseudobulbo	Ovoide Cónico-ovoide Cónico	3 () 5 () 7 ()
2	Diámetro polar	Pequeño Mediano Grande Muy grande	1 () 2 () 3 () 4 ()
3	Diámetro ecuatorial	Pequeño Mediano Grande Muy grande	1 () 2 () 3 () 4 ()

Hoja. (2 a 3), apicales linear-liguladas. Agudas u obtusas, coriáceo-carnosas, 8.5-35 x 0.7-3.3 cm.

1	Número de hojas por pseudobulbo	Dos Tres	1 () 2 ()
2	Longitud de la hoja	Corta Media Larga	3 () 5 () 7 ()
3	Ancho de la hoja	Angosta Media Amplia	3 () 5 () 7 ()
4	Relación longitud/ancho de la hoja (las dos anteriores)	Baja Media Alta	3 () 5 () 7 ()
5	Textura (consistencia) de la hoja	Suave Media Coriácea	3 () 5 () 7 ()
6	Color de la hoja	Verde claro Verde medio Verde oscuro	1 () 2 () 3 ()
7	Forma de la hoja	Lanceolada Ovalada Otra: indique _____	1 () 2 () 3 ()
8	Ápice de la hoja	Agudo Obtuso Otro: indique _____	1 () 2 () 3 ()

Inflorescencia. Apical del pseudobulbo maduro, simple o con 2 a 4 ramas, con 4 a 35 flores, de 30 a 80 (100) cm de largo, pedúnculo y raquis fuertemente verrugoso, las verrugas rígidas, amarillentas, pedúnculo con 6 a 10 entrenudos, 25 a 55 cm de largo, 3 a 6 mm de grosor.

1	Longitud del escapo floral	Corta Media Larga	3 () 5 () 7 ()
2	Número de nudos en el escapo floral	Pocos Regular Muchos	3 () 5 () 7 ()
	Grosor del escapo floral	Delgado Medio Gruoso	3 () 5 () 7 ()
3	Coloración de las antocianinas del escapo floral	Presente Ausente	1 () 2 ()
4	Intensidad de la coloración de antocianinas del escapo floral	Débil Media Fuerte	3 () 5 () 7 ()
5	Consistencia del escapo floral (verrugosidad)	Débil Media Fuerte	3 () 5 () 7 ()
6	Número de ramas en el escapo floral	Pocas Regular Muchas	3 () 5 () 7 ()
7	Número de flores por escapo floral	Pocas Regular Muchas	3 () 5 () 7 ()

Brácteas florales. Ovadas, obtusas, cóncavas, escariosas, 2-3 x 1-2 mm.

Flores. Muy grandes, en forma de estrella, con los segmentos muy extendidos; de 5 a 9(10) cm de diámetro, fragantes; segmentos rosado o lila, el lóbulo medio del labelo con pocas o muchas rayas interrumpidas, magenta oscuro, se conocen albas y semialbas.

1	Forma	Pendiente	
2	Tamaño de la flor: ancho	Corta Media Larga	3 () 5 () 7 ()
3	Tamaño de la flor: largo	Corta Media Larga	3 () 5 () 7 ()
4	Color de la flor	Alba Semi alba Lila	3 () 5 () 7 ()
5	Color de la flor: intensidad	Fuerte Media Débil	3 () 5 () 7 ()
6	Fragancia floral	Fuerte Media Débil	3 () 5 () 7 ()

Sépalos. Linear-elípticos o linear lanceolados, agudos o acuminados, ligeramente carinados dorsalmente hacia el ápice, 26-60 x 3-8 mm; los sépalos laterales algo oblicuos y curvados en el ápice.

Pétalos. Angostamente elípticos o elíptico-oblancoceolados, agudos o acuminados, largamente atenuados en la base, algo arqueados, ligeramente carinados dorsalmente hacia el ápice, 27-56 x 4-7 mm.

1	Forma de los pétalos	Elípticos	3 ()
		Elíptico-oblancoceolados	5 ()
		Lanceolados	7 ()
2	Longitud de los pétalos	Cortos	3 ()
		Medios	5 ()
		Largos	7 ()
3	Anchura de los pétalos	Angostos	3 ()
		Medios	5 ()
		Anchos	7 ()

Labelo. Fusionado por casi 2 a 2.5 mm a la columna, de 33 a 46 mm de largo; fuertemente: trilobado. Lóbulos laterales: oblicuamente oblongo-lanceolados, oblongos u oblongo-ovados, subagudos, obtusos, redondeados o truncados, alzados y abrazando a la columna, con los ápices reflejos y o retrorsos, a veces muy erectos, a veces con papilas-cilios cerca del istmo, de 8-12 x 3-7 mm, separados del lóbulo medio senos 2 a 2.5 mm de ancho; istmo con los márgenes papiloso-pubescentes.

Lóbulo medio. Arqueado, convexo, suborbicular, elíptico, ovado u oblongo-elíptico, subróbico, incospicuamente 4-carinado, axialmente con un surco profundo, liso, 9 a 14 mm de largo; el lobulo medio con las venas algo engrosadas cerca de la base.

1	Forma del ápice del labelo	Lanceolado	1 ()
		Oblongo-lanceolado	2 ()
		Oblongo	3 ()
		Oblongo-ovado	4 ()
		Subagudo	5 ()
		Obtuso	6 ()
		Redondeado	7 ()
		Truncado	8 ()
2	Longitud del labelo	Corto	3 ()
		Medio	5 ()
		Largo	7 ()
3	Ancho del labelo	Corto	3 ()
		Medio	5 ()
		Largo	7 ()
4	Venación del labelo	Tenue	3 ()
		Media	5 ()
		Intensa	7 ()
5	Enrollado longitudinal del labelo	Plano	1 ()
		Involuto	2 ()
		Revoluto	3 ()
6	Porción longitudinal enrollada del labelo	Ápice	1 ()
		Media	2 ()
		Base	3 ()
		Ápice y media	4 ()
		Ápice y base	5 ()
		Base y media	6 ()
		Total	7 ()

Columna. Semiclavada, subtrígona, ensanchada a la altura del estigma, inversamente arqueada e incursada en el ápice, centralmente canaliculada debajo del estigma y en la base, de 13-17 x 4-7 mm, alada, las alas oblicuamente cuadradas, oblongas o triangular-ovadas, truncadas o redondeadas, recurvadas, abrazando el istmo del labelo, de 1.2-2 mm x 1.3-1.8 mm, clinandrio tridentado, los dientes subyúgales separados por senos amplios.

Capsula. Elipsoide, fuertemente verrugosa, 35-45 x 15 mm.

1	Forma de la cápsula	Elipsoide Ovoide	1 () 2 ()
2	Largo de la cápsula	Corto Medio Largo	3 () 5 () 7 ()
3	Ancho de la cápsula	Corto Medio Largo	3 () 5 () 7 ()
4	Textura de la cápsula (verrugosidad)	Tenue Media Intensa	3 () 5 () 7 ()
5	Color de la cápsula (antes de la madurez)	Verde tenue Verde medio Verde intenso	3 () 5 () 7 ()

Caracterización morfológica de *Encyclia Adenocaula*

Se terminó de imprimir en Grupo Publicitario Imagen Digital

Prol. 2 de Marzo, núm. 21. Int. 2. Col. Zaragoza.

Texcoco, Edo. de México.

Se tiraron 1 000 ejemplares.

Forros: Cartulina sulfatada

Interiores en: papel couché de 135 g

Tipografía utilizada: Rotis y Optima

Mayo, 2012.