



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Artorima erubescens*
(ORCHIDACEAE), EN UN BOSQUE MESÓFILO DE
MONTAÑA DEL SUR DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGA

P R E S E N T A:

TERESA ELVIA VIEDMA VÁZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. RAMIRO RÍOS GÓMEZ

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMÁTICA VEGETAL Y SUELO
PROYECTO APOYADO POR DGAPA-PAPIIT IN2168133**



CIUDAD DE MÉXICO, JUNIO DE 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA



Gracias a Dios

"Un solo pensamiento de gratitud hacia el cielo es la oración más perfecta"

Gotthold Ephraim Lessing.

DEDICATORIA

A mi esposo

Jorge Alonso González por todo el apoyo que me brindó para que yo lograra concluir esta investigación, gracias por tu comprensión, cariño y amor incondicionales.

A mis hijos

Yara Alonso Viedma

Con todo mi amor y cariño; por todo tu apoyo eres lo más grande que tengo, mi aliciente mi luz y mi acompañante siempre.

Jorge Alonso Viedma (†)

Que físicamente no estés conmigo, pero me acompañas siempre en cada momento de mi vida. Para ti mi ángel donde quiera que te encuentres; por tu entrega a la vida por tu lucha ya que en momentos difíciles traes luz a mi vida.

A mis padres

Josefina Vázquez Barboza

Una gran mujer que me inculcó los valores que hoy rigen mi vida y el ejemplo de lucha, te quiero mamá.

Julián Viedma Robledo (†)

Un hombre extraordinario en esta vida; eres todo un modelo a seguir. Donde quiera que estés agradezco tu ejemplo, tu amor y cariño incondicionales.

A mis hermanos

María Elena, Edith Isabel, Blanca Mirna, Virgilio, Jorge y Julián (†) que ya no estás con nosotros, te llevo en el corazón, por ser un estímulo constante en mi vida; gracias a todos por ayudarme a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, por aceptarme y en especial a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por abrirme sus puertas para llevar a cabo mi formación profesional.

A mi director de tesis M. en C. Ramiro Ríos Gómez, quien compartió conmigo sus conocimientos y me brindó invaluable tiempo, interés y paciencia para guiarme durante el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Eloy Solano Camacho por su participación directa desde el inicio de esta investigación, por sus aportaciones académicas en todas las etapas del proceso de investigación de gabinete, campo, laboratorio y durante la escritura del trabajo final.

AGRADECIMIENTOS

A mis sinodales por sus valiosas aportaciones a esta tesis:

Dr. Eloy Solano Camacho por las acertadas observaciones a lo largo del desarrollo de esta investigación.

M. en C. Ramiro Ríos Gómez mi gratitud por su preciado trabajo, comprensión y dedicación incondicional para la culminación de esta tesis.

M. en C. Bárbara Susana Luna Rosales por su valioso tiempo, observaciones y sugerencias para enriquecer este trabajo.

M. en C. Genaro Montaña Arias por sus valiosos comentarios y aportaciones para mejorar esta investigación.

M. en C. María Magdalena Ayala Hernández por su invaluable interés y disposición para corregir y mejorar el informe escrito de mi investigación de tesis.

Y con gratitud:

A la Bióloga Carmina Gámez Barajas por mostrarme su gran compañerismo, compartirme su valioso tiempo y ayuda en este trabajo.

Y con todo mi cariño, respeto y admiración a mis padres, esposo e hijos y a toda mi familia por su fortaleza y entusiasmo frente a la vida.



Donde abre una flor también la esperanza.

CONTENIDO

I	RESUMEN	1
II	INTRODUCCIÓN	2
III	ANTECEDENTES	6
IV	ZONA DE ESTUDIO	22
V	JUSTIFICACIÓN	25
VI	HIPÓTESIS	26
VII	OBJETIVOS	26
	General	26
	Objetivos específicos	26
VIII	METODOLOGÍA	28
	• Caracterización de la vegetación arbórea	28
	• Evaluación dasonómica del bosque	28
	• Censo poblacional de <i>Artorima erubescens</i>	29
	• Selección del terreno para el cultivo de <i>Artorima erubescens</i>	29
	• Preparación de los abonos orgánicos para el cultivo de <i>Artorima erubescens</i>	29
	• Propagación vegetativa de <i>Artorima erubescens</i>	34
IX	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
	• Forofitos naturales	43
	• Cultivo de <i>Artorima erubescens</i>	45
X	CONCLUSIONES	64
XI	BIBLIOGRAFÍA	66

CUADROS

No.		Págs.
1	Cantidades de materiales que componen el abono orgánico sólido tipo Bocashi para el cultivo de <i>Artorima erubescens</i>	32
2	Ingredientes del abono orgánico líquido fermentado, utilizado para los tratamientos durante el cultivo de <i>Artorima erubescens</i> en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	33
3	Tratamientos utilizados en el cultivo de <i>Artorima erubescens</i> en Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	33
4	Densidad de <i>Artorimas erubescens</i> por forofito y en cuadrantes de 250 m ² en un fragmento de bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, en Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	37
5	Características dasonómicas de los forofitos de <i>Artorima erubescens</i> en el predio de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	39
6	Forofitos de <i>Artorima erubescens</i> en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	44
7	Supervivencia de las estacas de <i>Artorima erubescens</i> en los diferentes tratamientos después de un mes de cultivo, en Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	51
8	Datos de los parámetros evaluados durante las etapas de establecimiento y desarrollo de <i>Artorima erubescens</i> cultivada bajo la influencia de la aplicación de abonos orgánicos sólido y líquido en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca (el número que se indica por debajo de cada parámetro, corresponde a diferentes fechas de registro)	52
9	Promedio de los parámetros evaluados durante las etapas de establecimiento y desarrollo de <i>Artorima erubescens</i> , cultivada aplicando abonos orgánicos sólido y líquido en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	56
10	Análisis de varianza para las variables en los diferentes tratamientos utilizados. F = Valor de Fisher	58
11	Prueba de Tukey para las variables biológicas evaluadas en las plantas cultivadas de <i>Artorima erubescens</i> en la comunidad de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	58

FIGURAS

No.	Título	Págs.
1	Morfología de <i>Artorima erubescens</i> (Lindl.) Dressler & G. E. Pollard	20
2	Morfología floral de <i>Artorima erubescens</i> (Lindl.) Dressler & G. E. Pollard	21
3	Localización de la zona de estudio, San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	24
4	Unidad experimental utilizada en el cultivo de <i>Artorima erubescens</i> en la comunidad de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	35
5	Cultivo de <i>Artorima erubescens</i> en la comunidad de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	48
6	<i>Artorima erubescens</i> establecida a partir de estacas cultivadas utilizando abono sólido tipo Bocashi en la base de la planta y abono líquido fermentado aplicado al sustrato y al follaje en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	49
7	<i>Artorima erubescens</i> cinco meses después de su establecimiento a partir de estacas cultivadas utilizando abono sólido tipo Bocashi en la base de la planta y abono líquido fermentado aplicado al sustrato y al follaje en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	50
8	Diferencias significativas entre los tratamientos con base en la Prueba de Tukey para las variables biológicas evaluadas en las plantas cultivadas de <i>Artorima erubescens</i> en la comunidad de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca	60

RESUMEN

Se caracterizó ecológicamente un fragmento de bosque mesófilo de montaña para conocer la densidad, la dominancia y la frecuencia relativas de los árboles. Se propagó vegetativamente la orquídea epífita *Artorima erubescens* (Lindl.) Dressler & Pollard para posteriormente reintroducirla a su hábitat natural. Además se contabilizó el número de individuos de esta orquídea en cada uno de los forofitos. Por otro lado, se hizo el levantamiento dasonómico del arbolado y se registró que el fragmento del bosque de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, está bien conservado y cuenta con el ambiente favorable para la reintroducción de la orquídea en estudio. En este bosque, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Quercus glabrescens* y *Q. laurina* en orden decreciente son los forofitos preferidos por *A. erubescens*; sin embargo, también se establece en *Clethra mexicana* y en menor proporción sobre *Arbutus xalapensis*. Para cultivar *in situ* esta especie se utilizaron como sustrato abono sólido tipo Bocashi y fertilización foliar con abono líquido fermentado procedente de frutos suculentos. Con ellos exitosamente las orquídeas se establecieron y supervivieron de estolones con un mínimo de cuatro pseudobulbos. Las diásporas tuvieron una mejor respuesta a medida que la fertilización foliar se incrementa hasta tres veces por semana e incluso promueve la floración de esta especie.

INTRODUCCIÓN

La familia Orchidaceae muestra una gran diversidad dentro de las angiospermas y la representan más de 25 mil especies a nivel mundial, correspondiente a un 34% de todas las monocotiledóneas (Chase *et al.*, 2003). Esta familia ocupa el tercer lugar después Asteraceae y Poaceae (Arditti, 1992). Mientras que Jud *et al.*, 2008 la colocan en segundo lugar, antecedita por la familia Asteraceae.

Erick H. y Soto-Arenas (2005) indican que la familia Orquidaceae con 1300 a 1400 especies ocupa el tercer lugar, superadas únicamente por las compuestas y leguminosas.

Esta familia cuenta con cinco linajes principales o subfamilias Apostasioidae, Cyripedioidae, Vanilloidae, Orchidoideae y Epidendroideae (Cameron *et al.*, 1999).

Es una familia cosmopolita que alcanza su mayor diversidad en regiones tropicales, América tropical es la región con mayor número de especies (Soto-Arenas y Salazar, 2006). En todos los continentes podemos encontrar orquídeas, excepto en la Antártida y en zonas desérticas que no presentan posibilidades (vegetación y humedad) para la supervivencia de este género vegetal. América tropical y el sureste de Asia son las regiones más ricas de la tierra, en lo que a orquídeas se refiere (Hartmann, 1971).

México es uno de los países con mayor riqueza de Orquídeas pues alberga 1200 especies, superado por Colombia (4,000); Ecuador (3,500); Brasil (2,500); Perú (2,000); Venezuela (1,612) y Costa Rica (1,300) (Carnevali, 2007).

Las mayores concentraciones de orquídeas se encuentran en las montañas a 20° del Ecuador, en una atmósfera húmeda. Estas plantas epífitas son muy numerosas en altitudes comprendidas entre 1000 m. Estas condiciones colocan a cuatro estados como principales productores de diferentes especies de orquídeas: Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Guerrero. Otros estados con una cifra respetable son: Morelos, México, Michoacán, las regiones más bajas de Puebla y San Luis Potosí (Pelham, 1958).

La distribución de los géneros de epífitas y terrestres obedece principalmente a las condiciones de clima. A medida que nos alejamos del trópico menos epífitas encontramos. En cambio, abundan las terrestres que prefieren en su gran mayoría zonas templadas o frías. Las epífitas generalmente habitan en el trópico y subtropical, en un cinturón que se extiende a ambos lados del Ecuador. La lluvia bien distribuida a lo largo de las cuatro estaciones del año y la existencia de zonas boscosas, generalmente de exuberante vegetación son la base para que el 40% de las orquídeas encuentren bajo las frondosas cúpulas de los árboles tropicales la luz, el calor y la humedad que necesitan. Las lluvias temporales que bañan el árbol arrastran de las hojas nutrientes y nitratos en abundancia, que luego riegan sobre el forofito que alberga a las especies de orquídeas que los

absorben y guardan en sus pseudobulbos como reserva Hartmann Walter L. (1971).

La orquideoflora mexicana está siendo seriamente amenazada, ya que la mayoría de sus especies son comercializadas con fines ornamentales y ceremoniales principalmente, debido a la belleza de sus flores. Por la gran cantidad de usos que se les da a las especies de la familia Orchidaceae, todas ellas se ubican en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES por sus siglas en inglés, 2013). Incluye las especies que si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente amenazadas de extinción podrían llegar a encontrarse en esta situación si el comercio no se regula estrictamente (Téllez, 2011).

La única especie de orquídea propia del estado de Oaxaca que se encuentra en el Apéndice I, es *Mexipedium xerophyticum* (Soto-Arenas y Salazar-Chávez, 2004), y 180 especies de esta familia se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) (SEMARNAT, 2010) bajo alguna categoría de riesgo. Para el estado de Oaxaca se enlistan ocho especies en peligro de extinción, 30 en la categoría de amenazadas y 38 bajo protección especial, algunas otras como vulnerables, entre ellas *Artorima erubescens*, una especie ampliamente comercializada en el estado de Oaxaca, utilizada con fines ornamentales y ceremoniales. El comercio excesivo de esta especie puede modificar su estatus de conservación y poner en peligro de extinción sus poblaciones silvestres. Ante esta situación, durante este estudio se propagó de

forma vegetativa esta especie, con la intención que en un futuro próximo las plantas producidas puedan ser reintroducidas a su hábitat natural.

ANTECEDENTES

La ubicación geográfica de nuestro territorio nacional, da como resultado una gran diversidad de orquídeas, por ubicarse entre la zona neártica y neotropical.

En México el 50 – 60 % de las especies de orquídeas se encuentran en los bosques de neblina, que paradójicamente ocupan menos del 2% del territorio nacional (Soto-Arenas, 1996; Rzedowki, 1978, 1996).

Oaxaca alberga la mayor diversidad biótica de México y contiene más especies de Orquídeas que cualquier otra entidad del país. Inventariándose 692 especies pertenecientes a 144 géneros y 4 subespecies (Salazar-Chávez, 2004); representando más de la mitad de las orquídeas descritas para nuestro país. En México se han registrado 308 especies endémicas correspondientes a 11 géneros, la mayoría distribuidas al occidente y especialmente restringidas a la Sierra Madre del Sur (Soto-Arenas, 1988); mientras que Oaxaca presenta 62 especies endémicas y únicamente 2 géneros *Mexipedium* y *Pseudocranichis* que son propios de esta entidad (Soto-Arenas y Salazar-Chávez, 2004).

Características de las orquídeas

Presentan un labelo (pétalo modificado) con forma llamativa y color que atrae a los polinizadores o actúa como una pista para posarse y es diferente a los otros dos pétalos, se presenta agregación de los granos de polen en polinios (unidos por la viscina), en donde pueden estar provistos de estructuras accesorias para la

remoción y deposición del polen. Todas las orquídeas producen semillas diminutas y ausencia de endospermo con embriones indiferenciados. En el medio natural, las semillas solo pueden germinar si están presentes hongos simbióticos (micorrizas). Las flores de las orquídeas presentan simetría bilateral y en ellas siempre se presenta la fusión del estigma con los estambres, es decir los órganos femeninos con los masculinos. Presentan resupinación en las flores maduras presentándose en el lado inferior (giro de 180). Con excepción de las orquídeas apostasoides y cyripedioides la columna presenta un rostelo. (Hágsater, 2005, Zdenek, 2005, Soto-Arenas y Salazar, 2004).

Las plantas crecen a lo alto y ancho en longitud y grosor, lo que se denomina crecimiento vegetativo. En las orquídeas hay dos tipos: el monopodial y el simpodial.

El crecimiento monopodial se refiere a un crecimiento vertical; esto es, que crecen de manera recta hacia arriba con un único tallo que no se ramifica y sale de entre las hojas, tan poco presenta pseudobulbos que son los tallos engrosados característicos de las orquídeas y generalmente tienen hojas gruesas.

El crecimiento simpodial significa un crecimiento horizontal o de apariencia horizontal. De un rizoma –tallo que crece paralelo al suelo-, van surgiendo los tallos o pseudobulbos que dan origen a nuevas plantas.

Hay otro tipo de crecimiento llamado trepador, que se da en la Vainilla (Vanilla) en la que la planta crece hacia arriba pero necesita sostenerse del tronco de un árbol, por lo que forma raíces adventicias (Téllez, 2011).

Las condiciones imprescindibles para la supervivencia de estas y todas las plantas en general se encuentran en un cierto nivel de humedad, temperatura además luz y nutrición etc. Un factor limitador de la vida de las orquídeas epifitas lo constituye no únicamente un cierto nivel de humedad en el entorno, sino también su oscilación que no resulta menos importante (Zdenek, 2005). Además las orquídeas para sobrevivir necesitan factores ambientales tales como (calor, luz, agua, sales minerales, nutrimentos, humedad, ventilación etc., sus exigencias dependen de su región de procedencia (Descourvieres, 2006).

De acuerdo con sus necesidades de temperatura, las orquídeas se dividen en tres grupos:

Termófilas: Estas orquídeas necesitan temperaturas más altas y humedad durante todo el año, con sombra suficiente en verano, crecen y florecen sin un periodo de reposo apreciable y toleran un exceso de riego.

Intermedias: Las especies de zonas montañosas y tropicales. Son más duras y compactas con mayores pseudobulbos, hojas más firmes; cuanto más lejos del Ecuador y más alta sea su región de origen más exigente será en términos de temperatura; mientras que sus necesidades de circulación de aire y sol aumentan, disminución de las temperaturas nocturnas, estos factores inducen a formación de flores.

Criófilas: De localizaciones alpinas. Necesitan una humidificación más frecuente y en invierno carecen de sol, puede ser difícil en verano mantener las bajas temperaturas a las que están acostumbradas (Zdenek, 2005).

En función de su hábitat pueden ser:

Epífitas: Viven sobre otras plantas, son completamente independientes en lo que se refiere a su nutrición, utilizando los árboles solo para sostenerse. Trepan a las copas de los árboles en busca de luz, son capaces de proveer por sus propios medios de agua y alimento con la ayuda de hongos simbióticos.

Litófilas o Rupícolas: Orquídeas que viven sobre las rocas y les da el soporte para su desarrollo.

Terrestres: Crecen sobre el terreno y utilizan sus raíces para obtener alimento y agua del suelo, también la obtienen del aire, consideradas las más primitivas y carecen de pseudobulbos.

Subterráneas o saprófitas: Como su nombre lo indica están bajo tierra, se alimentan de materia orgánica en descomposición y solo aparecen en la época de floración.

Trepadoras: Que utilizan un soporte para subir y crecen de forma vertical y presentan raíces adventicias.

Epífitas obligadas de ramillas: crecen en las ramas más altas y delgadas de los árboles del dosel.

Hábito poco usual colgante y semiacuática, *Bletia tenuifolia*, endémica de selva Lacandona, crece a orillas de río Lacanja (Hágsater, 2005).

Por su tallo, las orquídeas se pueden dividir en caulescentes o acaules. En las primeras sus tallos herbáceos, se transforman en pseudobulbos se presentan en formas diferentes según la especie y funcionan almacenando agua y nutrimentos, sustentan a la planta en épocas de sequía. Mientras que en las acaules no se presenta tallo, en especies terrestres están provistos de tubérculos subterráneos que funcionan como reserva de alimento para los nuevos crecimientos (Caneva, 1978)

El uso ornamental de las orquídeas era de gran utilidad en ceremonias, se elaboraban adornos, coronas y ramilletes con *Prosthechea citrina* (Hartman, 1972). Los Aztecas cultivaban a *Stanhopea hemandesi* por sus flores rojas y vistosas (Dodson, 1975) por su belleza estas flores adornaban pasillos de las casas de Morelos, Xalapa, Chiapas (*Sobralia macrantha*) y en los jardines de los reyes Aztecas, en Xochimilco florecían varios de estos ejemplares: *Stanhopea tigrina* y algunas especies de la familia *Laelia*.

Laelia anceps subsp. *dawsonii*, era cultivada por los Triquis del sur de Oaxaca, al menos desde 1892 (carta de Sander, 1892). Mac Dougall (1943), las flores eran utilizadas en la celebración de la virgen de Juquila, uno de los santuarios católicos más importantes del sur de México (Hágsater, 2005). En el sur de Oaxaca esta especie ha sido cultivada por los Triquis al menos desde final del siglo pasado (Santiago, 1994). Además de las *Laelia*, existen otras orquídeas utilizadas de ornato: *Habenaria monorhiza*, en la Selva Lacandona; *Oncidium sphacelatum*, en Veracruz y Chiapas; *Prosthechea vitellina*, Sierra Norte de Puebla; *Barkeria*

spectabilis, en Chiapas; *Cypripedium irapeanum*, en Guerrero; *B. scamdens*, centro de México y *Sobralia macrantha*, es tal vez la orquídea nativa más cultivada en México, sus colores van del blanco al púrpura (Hágsater, 2005).

Artorima erubescens es otra especie muy utilizada como ornamental y ceremonial en las sierras Triqui-Mixteca del estado de Oaxaca, adorna iglesias, tumbas, altares y nacimientos a finales de año en varios pueblos del estado, se venden en los mercados aledaños. Esta forma de uso de *Artorima erubescens* ha conducido a que su estatus de conservación sea vulnerable (CITES Apéndice II, 2013). En este apéndice, se incluye a las especies que si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente amenazadas de extinción podrían llegar a encontrarse en esta situación si el comercio no se regula estrictamente. Solo deben concederse los permisos y certificados si las autoridades competentes han determinado que han cumplido ciertas condiciones, en particular, que el comercio no será perjudicial para la supervivencia de las mismas en el medio silvestre (Téllez, 2011).

Artorima erubescens tiene una tasa de crecimiento muy lenta, pues alcanza la etapa reproductiva hasta 12 años después de que las semillas germinan, además la mortalidad en estado juvenil de los individuos es muy alta, disminuyendo considerablemente el porcentaje (45%) de organismos que alcanza la etapa reproductiva (García-Soriano, 2013). Una alternativa para producir especímenes que posteriormente puedan ser introducidos a su área de distribución natural para evitar que su estatus de conservación se modifique, es la propagación vegetativa.

Esta se define según Hartman y Kester (1995), como la multiplicación por medios asexuales, como son estacas de: raíz, tallo y hoja, entre otras estructuras de las plantas como se muestra a continuación:

Rizoma: Aquel tallo rastrero o subterráneo provisto de yemas, raíces y hojas reducido a escamas.

Estolones: El estolón es una rama anual, foliada o escamosa, larga, delgada, que sale de la base del tallo de una planta y rastrea encima o debajo de la superficie del terreno emitiendo raíces y brotes que reproducen la planta misma. Pueden ser estolones subterráneos y estolones aéreos.

Raíces: Algunas orquídeas forman brotes nuevos junto a sus raíces; para separar una planta nueva son necesarias raíces propias desarrolladas con alrededor de 15cm de longitud para su absorción y sobrevivencia.

Corte de tallos: En orquídeas simpodiales del tallo único, a menudo se forman raíces aéreas, un ejemplo de esta forma de propagación es la vainilla que es una orquídea comercial que se propaga por corte de tallos llamados esquejes.

Separación de pseudobulbos: Las orquídeas de crecimiento simpodial forman por lo general un pseudobulbo nuevo por cada año. Cuando la planta ha crecido lo suficiente y se constituye por un grupo de ellos, puede dividirse para conformar otra planta dejando tres o cuatro pseudobulbos en cada una de ellas para su correcto desarrollo.

Keikis: Esta estructura corresponde a una plántula que se desarrolla en las varas florales, en los pseudobulbos o en las raíces de la planta madre y que puede presentarse bajo algunas condiciones ambientales después de la floración. Esta forma de propagación también puede ser inducida en horticultura mediante la técnica conocida como pulso hormonal, en la que se coloca una pasta de vaselina con hormonas de crecimiento en incisiones hechas en las varas florales; los keikis también pueden inducirse colocando nudos de tallos en arena o agrolita en charolas húmedas (Téllez y Flores 2008).

Cultivo de tejidos: El cultivo de tejidos es una técnica de propagación vegetativa o asexual en la cual se toma una pequeña parte de la planta, llamada explante que se coloca en medios de cultivo especiales; por causa de una característica celular llamada "totipotencialidad" esta sección se regenera y forma plantas completas, idénticas a la planta madre. Generalmente, el explante corresponde a una porción de hoja, raíz, yema o de zonas de crecimiento acelerado llamadas meristemas. La técnica general para el cultivo de tejidos en las orquídeas recomienda utilizar meristemas como explantes (Téllez, 2011).

Otra forma de obtener individuos de *Artorima erubescens* es a través de la reproducción sexual, esta se define como la producción de nuevas plantas a partir de sus semillas, indica un entrecruzamiento genético intervienen los gametos femenino y masculino (óvulos y granos de polen) (Téllez, 2011).

Debe recordarse que *Artorima erubescens* es una orquídea endémica, el endemismo es un rasgo característico de la orquideoflora oaxaqueña con 62 especies, que representa un 25% en la Sierra Madre del Sur. Una especie endémica es aquella que tiene una distribución restringida en un determinado lugar y puede ser de tres tipos a saber.

- a) Endemismo local; es decir, referido solo al área estudiada.
- b) Regional; cuando la distribución de las especies abarca un área mayor e incluye algunos distritos aledaños o áreas cercanas de estados vecinos.
- c) Estatal; cuando se da para el estado de Oaxaca (García-Mendoza, 2004).

Artorima erubescens es muy fácil de reconocer por el hábito de crecimiento simpodial trepador. Esta forma de crecimiento les permite colonizar áreas grandes de las copas de los árboles donde habitan. Un rasgo muy particular de esta orquídea es su tolerancia al frío. La temperatura fresca y el viento constante de las montañas son requisitos indispensables para su cultivo y florecimiento, esta especie emite su floración de noviembre a febrero, cuando las heladas en la sierra son frecuentes.

Artorima erubescens (Lindl) Dressler & G. E. Pollard. Único género endémico de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca y Guerrero). Crece en las copas de los árboles en encinares húmedos o ligeramente secos que están entre 2400 a 3100 msnm a los que muy pocas orquídeas mexicanas llegan.

Las orquídeas han sido utilizadas desde el México antiguo, la vainilla (*Vanilla planifolia*) es la de mayor importancia económica de esta familia. Actualmente la vainilla es cultivada en muchas regiones tropicales, es el saborizante más importante en la industria alimentaria y uno de los productos más redituables del trópico cálido-húmedo mexicano (Soto-Arenas y Salazar-Chávez, 2004).

La vainilla (*Vanilla planifolia*) es nativa de Mesoamérica, ligada al pueblo Totonaco, también se le atribuyen propiedades rituales y curativas. A diferencia de otras orquídeas la vainilla es un bejuco o enredadera cuyas semillas germinan en el suelo de la selva, busca un árbol sobre el que crece y se fija mediante raíces adventicias, también establecen relaciones con hongos micorrizicos.

Otra especie *Vanilla pompona* es recolectada por las mujeres Zoques en Chimalapa, Chiapas; para mezclarlas con aceite que untan en el cabello.

Vanilla odorata en la selva lacandona, los chicleros recolectaban los frutos de *V. odorata* para aromatizar el ron (Hágsater, 2005). Los pseudobulbos, cormos deshidratados y molidos de *Prosthechea*, *Bletia*, *Govenia*, *Laelia* y una variante, el *Tatzingui* eran utilizados por los Purépechas de los que extraían un mucílago que servía como pegamento (Hágsater, 2005).

Por su uso medicinal la familia orquidaceae fue utilizada por chinos y posteriormente en el siglo V por los griegos según registros. Después la cultura mesoamericana las utilizó y como ejemplo tenemos a los Aztecas, Totonacos, Mixtecos, Zapotecos, Lacandones y Zoques.

Su utilidad medicinal se remonta hasta el pasado prehispánico, entre los Aztecas, curaban la disentería con *Arpophylum spicatum* y *Epidendrum pastoris*. Utilizaban *Prosthechea citrina* para curar heridas infectadas y *Laelia pastoris* con la que curaban la tos. También se preparaban cataplasmas con pseudobulbos de las siguientes especies: *Catacetum integerrimum*, *Cyrtopodium macrobulbon*, *Bletia purpurea* y *Prosthechea citrina* (García-Peña y Peña, 1981). La savia de *Rhynchoaelia digbyana*, detiene las hemorragias en las heridas (Hartman, 1972).

Artorima erubescens (Lindl) Dressler & Pollard es el único miembro de un género que es considerado endémico.

Sinonimias (Soto-Arenas, 1990):

- *Epidendrum erubescens* Lindl. 1840
- *Encyclia erubescens* (Lindl) Schetr, 1914.

Clasificación científica

Reino: Plantae

Subreino: Tracleobionta

División: Magnoleophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Liliidae

Orden: Asparagales

Familia: Orchidaceae

Subfamilia: Epidendroideae

Tribu: Epidendreae

Subtribu: Laeliinae

Género: *Artorima* (Lindl.) Dressler & G. E. Pollard (1971).

Especie tipo: *Artorima erubescens* (Lindl.) Dressler & G. E. Pollard (1971).

Descripción botánica de *Artorima erubescens*

Artorima erubescens es una hierba epífita, escandente, de 2-5 m de largo, con estolones gruesos, poco ramificados, con 7-10 entrenudos entre los pseudobulbos adyacentes, de 5-30 cm de largo, 1.0-1.5 cm de grosor (Figura 1). Raíces adventicias blanquecinas, 1-2 mm de grosor. Pseudobulbos cónico-ovoides a elipsoides, con 3-5 entrenudos, verdes, frecuentemente teñidos de morado, de 3-10 x 1-5 cm. Hojas 3-6, agrupadas en el ápice del pseudobulbo, subcoriáceas, elípticas a oblongo-lanceoladas, ápice agudo a obtuso, dorsalmente carinadas, verde brillantes, conspicuamente nervadas, 9-25 x 2-3.7 cm. Inflorescencia terminal, paniculada, brácteas florales anchamente triangulares, acuminadas, cóncavas, blanco-parduzcas, 2-4 mm de largo; 1-8 ramas, 6-100 flores, de 20-120 cm de largo; pedúnculo rollizo, hasta de 5 mm de grosor. Flores vistosas, rosadas a rosado-magentas (Figura 2), las venas generalmente más oscuras; sépalo

dorsal cóncavo, reflexo, elíptico, obtuso-redondeado en el ápice, 10-19 x 7-11 mm; pétalos extendidos, panduriforme-obovados, base unguiculado-cuneada, ápice retuso-bilobado, 13-26 x 10-20 mm; labelo trilobado, fusionado a la columna 4-7 mm hasta la base de los lóbulos laterales, éstos ascendentes, extendidos, ligeramente convexos, oblicuamente obovados a oblongo-elípticos, ampliamente redondeados, borde repando, 6-9 x 5-7 mm; lóbulo medio convexo, márgenes deflexos, suborbicular a obovado, profundamente bilobado; lóbulos apicales algo sobrepuestos, borde repando, 8-14 x 8-14 mm; callo amarillo brillante, formado por tres quillas muy engrosadas, la central un poco más larga, levantada y rugosa en el ápice, retrorsa en la base, 5-10 mm de largo, bloqueando el acceso frontal al nectario; columna subtricuetra, muy dilatada hacia el ápice, 7-11 mm de largo, con dos alas carnosas, ampliamente flabelado-subcuadradas, 2-4 mm de ancho, cubriendo casi totalmente la cavidad estigmática, dejando sólo una ranura ventral, un canal muy angosto y dos aberturas a los lados, entre las alas de la columna y los lóbulos laterales del labelo; clinandrio cóncavo, con un diente piramidal, en forma de gancho, ca. 1 mm de largo, ligeramente rugoso; estigma oculto, con una angosta hendidura oval hacia el exterior, dirigida hacia el frente, de 6-18 x 3-6 mm, con una cámara amplia en el interior; anteras amarillas, cordiformes, 4-locular, carnosas; polinario con cuatro polinios obovoides, lateralmente comprimidos, de ca. 0.8 x 0.4 mm, con dos pares de caudículas cortas, granuladas; viscidio formado por una pequeña capa adhesiva en las caudículas. Ovario pedicelado, delgado, sulcado, recto o ligeramente curvado, púrpura intenso, de 2-3.5 cm de largo. Capsula elipsoide, 6-sulcada, verde, teñida de

púrpura, de ca. 38 mm de largo y 12 mm de grosor. *Artorima* es un género monotípico endémico de México, se distribuye en las montañas altas de la Sierra Madre del Sur, de Guerrero y Oaxaca, en altitudes poco usuales para una orquídea epífita que van de los 2400 a 3100 msnm en bosques mesófilos de montaña y en bosques de pino-encino (Soto-Arenas, 1990).

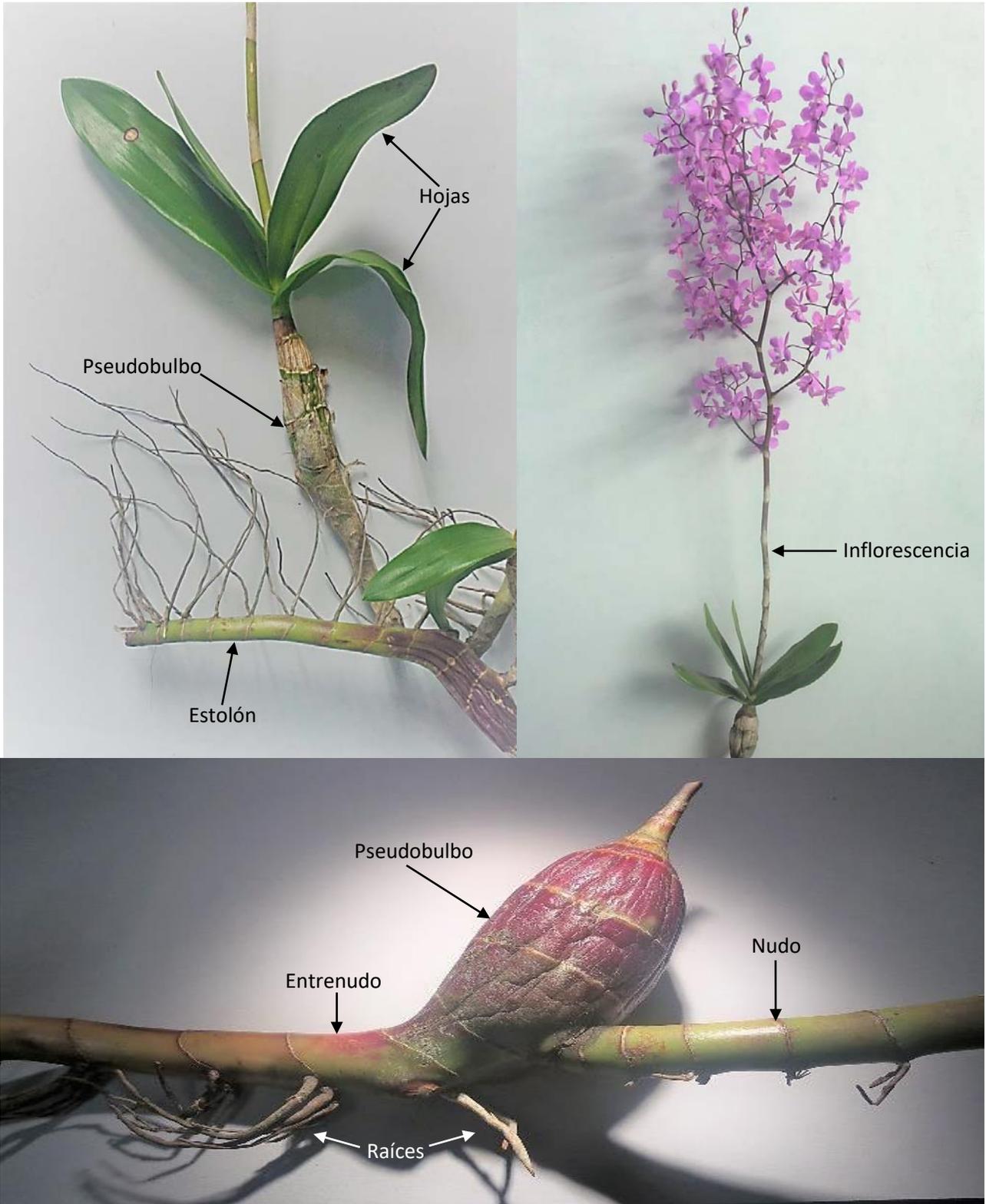


Figura 1. Morfología de *Artorima erubescens* (Lindl.) Dressler & D. E. Pollard

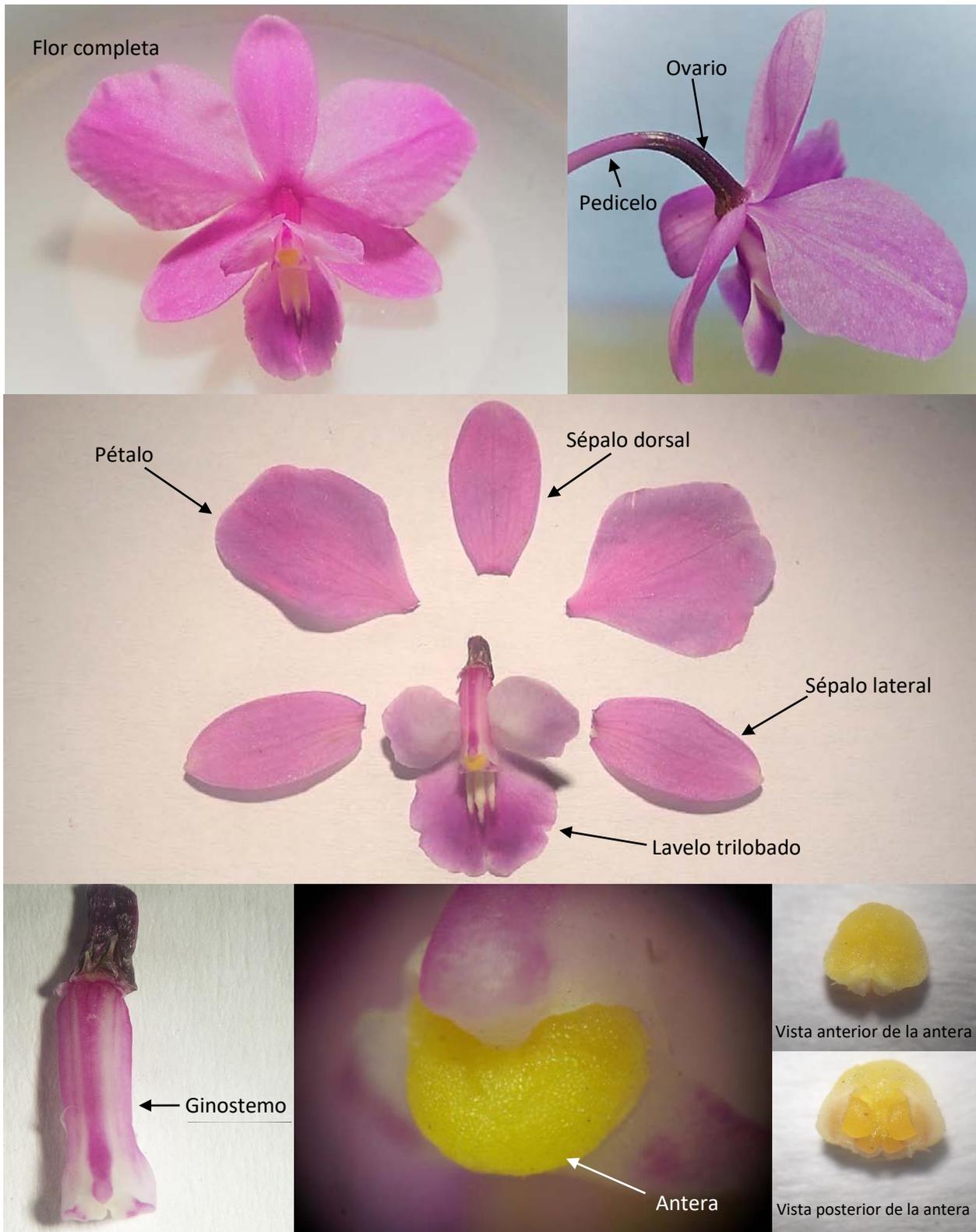


Figura 2. Morfología floral de *Artorima erubescens* (Lindl) Dressler & G, E. Pollard

ZONA DE ESTUDIO

El cultivo se estableció en terrenos comunitarios ubicados en el municipio de Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, Agencia Municipal de San Andrés Chicahuaxtla, ubicada entre las coordenadas 17° 09' 40" latitud norte y 97° 49' 52" longitud oeste, a una altitud de 2730 m, en la provincia biogeográfica Sierra Madre del Sur, con rocas ígneas intrusivas de tipo granito con edad mesozoica y metamórficas del Precámbrico (Ortíz-Pérez *et al.*, 2004). Los suelos dominantes son Luvisol, Regosol, Cambisol, Leptosol, Gleysol y Molisol (INEGI, 1980). Los climas principales son los semicálidos subhúmedos con lluvias en verano (A(C)w) y los templados húmedos con lluvias en verano (Cm), con una precipitación media anual entre 200 a 1800 mm y temperatura media anual que oscilan entre 12 y 23 °C (García, 1998). Los tipos de vegetación predominantes son los bosques: mesófilo de montaña, encino, pino, encino-pino y tropical subcaducifolio (Figura 3).

Bosque mesófilo de montaña

Artorima erubescens crece en el bosque mesófilo de montaña, este tipo de vegetación presenta la más alta biodiversidad de especies (60% aproximadamente), con varios estratos arbóreos y de uno a dos arbustivos. Su vegetación está compuesta por bosques de *Pinus*, *Quercus*, *Abies*, abundancia de trepadoras leñosas, gran diversidad de pteridofitas, musgos y plantas epífitas. Con un espacio muy reducido de apenas el dos por ciento de la superficie del país. Presenta una distribución limitada y fragmentada abarcando a lo largo de la

vertiente Sierra Madre Oriental, con una faja angosta y discontinua extendiéndose desde el sureste de Tamaulipas, hasta el norte de Oaxaca, incluyendo porciones de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz. Es en Oaxaca donde se ensancha la franja hasta interrumpirse en el Istmo de Tehuantepec (Rzedowski, 1996) y la vertiente este de la Sierra Madre Occidental, desde Sonora hasta Michoacán. Oaxaca es el estado con mayor bosque mesófilo de montaña, seguido de Chiapas e Hidalgo; en el interior del bosque se dan cambios diarios de temperatura y humedad atmosférica, lo que favorece la formación de microclimas en los estratos inferiores del bosque, generalmente su relieve es accidentado.

La precipitación oscila entre 1000 y 3000 mm, la mayor parte está inmerso en neblina, nubes bajas, vientos húmedos, que se presentan en altitudes de 600 a 3100 m. La temperatura media anual varía de 12 a 23°C y puede descender bajo 0° en invierno, terrenos con suelos ácidos profundos o muy someros e inclinados ricos en materia orgánica y humedad todo el año (Rzedowski, 1978).



Figura 3. Localización de la zona de estudio

V JUSTIFICACIÓN

Artorima erubescens es endémica de Guerrero y Oaxaca. De acuerdo con CITES II, (2013) es una especie vulnerable (Soto-Arenas y Hágsater 1990). Es conocida con menos de cinco localidades, además su hábitat está siendo destruido por cambio de uso de suelo (García-Mendoza, 1994). Los trikis de San Andrés Chicahuaxtla desde hace tiempo la han utilizado con fines ceremoniales y ornamentales. Estas plantas son comercializadas en los mercados locales de Juxtlahuaca, Tlaxiaco y Putla, cortando las inflorescencias o extrayendo las plantas completas, por lo que sus poblaciones han disminuido considerablemente, a esta problemática se le suma la deforestación, cambio de uso de suelo, extracción de leña y madera para construcción, esta actividad extractiva elimina algunos de los forofitos. Durante este proyecto se propagó vegetativamente esta especie, y se planteó la alternativa de reintroducirlas a su ambiente natural y contribuir en su conservación y protección.

VI HIPÓTESIS

La propagación vegetativa de *Artorima erubescens* es posible, ya que esta especie en su hábitat natural desarrolla estolones que permiten su propagación de forma natural.

VII OBJETIVOS

General

Analizar la propagación vegetativa de *Artorima erubescens* para conservar sus poblaciones.

Objetivos específicos

Caracterizar dasonómicamente los árboles localizados en cuadrantes de bosque mesófilo de montaña en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Inventariar los forofitos naturales de *Artorima erubescens* y su preferencia por cada especie.

Realizar el censo poblacional de la especie en este bosque.

Producir vegetativamente esta orquídea para reintroducirla a su hábitat natural, con la intención de rescatar, recuperar y proteger este recurso natural.

Describir las fases de establecimiento y desarrollo durante la propagación vegetativa de *Artorima erubescens*.

Estudiar la eficiencia de los abonos sólido y líquido fermentados utilizados en el establecimiento y desarrollo de esta especie.

Indicar la dosis apropiada de abono líquido fermentado para su cultivo.

VIII METODOLOGÍA

Caracterización de la vegetación arbórea

Se aplicó la técnica de parcelas anidadas para conocer el área mínima de muestreo que fue de 250 m². Se trazaron al azar seis cuadrantes con esta área, conformando una superficie total de 1500 m². En cada cuadrante se registraron los siguientes datos de los árboles: nombre científico, número de individuos de cada especie, longitud del fuste, Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), el área basal, la altura y la cobertura (Cox, 2002). Durante un año se recolectaron y herborizaron cinco especímenes de cada forofito, estos fueron determinados taxonómicamente con literatura especializada. Cada ejemplar fue cotejado en las colecciones de los herbarios FEZA y MEXU. La escritura correcta de los nombres científicos se corroboró en el índice Internacional de Nombres de Plantas (IPNI por sus siglas en inglés) y en la base Tropicos® del Missouri Botanical Garden.

Evaluación dasonómica del bosque

Con el fin de conocer el estado fitosanitario y grado de conservación del bosque, con base en el formato del anexo A, se realizó un levantamiento del arbolado en seis cuadrantes, en cada uno de ellos se registraron los siguientes datos: especie de árbol, perímetro del tronco, altura, largo del fuste, tipo de bifurcación, plagas y enfermedades, tallo principal con daño aparente y clase de árbol.

Censo poblacional de *Artorima erubescens*

Para realizar el censo de *Artorima erubescens* se seleccionaron al azar en el área de distribución, seis cuadrantes de forma rectangular de 50 m de largo por 30 m de ancho (1500 m²). En cada una de las áreas se identificaron los forofitos con *A. erubescens* y en cada uno de ellos se cuantificó el número de individuos; con los datos obtenidos se calculó el número promedio de orquídeas por cada forofito y las contenidas en 1500 m².

Selección del terreno para el cultivo de *Artorima erubescens*

En este trabajo se desarrolló una metodología para el cultivo de *Artorima erubescens* (figura 4), con la finalidad de asegurar su supervivencia y continuar su ciclo de vida, aumentar el número de individuos y revertir la pérdida poblacional en su ambiente natural. Para su cultivo se eligió un terreno plano, con agua disponible durante todo el año, lo más cercano posible a las poblaciones naturales, para que el área reuniera las condiciones climáticas que requiere la especie para su desarrollo. El cultivo se estableció en agosto de 2013 y las unidades experimentales fueron monitoreadas durante seis meses.

Preparación de los abonos orgánicos para el cultivo de *Artorima erubescens*

Una vez seleccionado el terreno se preparó el abono orgánico sólido tipo Bocashi, procurando que fuera compatible con los principios de la agricultura orgánica,

para no alterar el ambiente. De acuerdo con Restrepo (1998), este abono orgánico sólido se preparó mezclando los ingredientes y las cantidades que se muestran en el cuadro 1. Con el fin de recuperar los líquidos que se desprenden al momento de preparar la mezcla, estos ingredientes se esparcieron sobre una base o piso impermeable. Sobre esta superficie se colocó el rastrojo hasta conseguir una altura de 20 cm, sobre ella se agregaron cada uno de los otros ingredientes, tratando de distribuirlos uniformemente uno sobre el otro. Enseguida se diluyó el piloncillo, en cinco y medio litros de agua, en otro recipiente en la misma cantidad de agua se disolvió la levadura para pan, estas mezclas se incorporaron a la cama de materiales sólidos hasta alcanzar una humedad de 60 a 70% (capacidad de campo). Para determinar la humedad se usó la prueba del puño. Se tomó un puñado de abono mezclado, se apretó con fuerza, si al abrir la mano esta queda húmeda y en el centro de la misma un puño de abono compacto, la mezcla tiene la humedad necesaria. Por el contrario, si al apretar se escurren algunas gotas de líquido entre los dedos de la mano y sobre el brazo, indica humedad excesiva, en este caso, fue necesario reducirla aplicando cualquiera de los ingredientes mencionados para que el proceso de fermentación iniciara.

El abono sólido con la humedad indicada se apiló, hasta una altura no mayor de 1.5 m aproximadamente. En seguida se cubrió con cualquier material para protegerlo de la radiación solar y la lluvia. Al iniciar la fermentación fue necesario revisar diariamente la temperatura del abono, pues en el transcurso del tiempo, ésta se puede incrementar hasta a 80 °C, para evitarlo fue necesario mezclar el

abono diariamente y mantener la temperatura a 50 °C. El abono después de tres semanas de fermentación estuvo listo para ser utilizado.

También se preparó un abono líquido fermentado utilizando frutos carnosos. Los oligoelementos contenidos en estos frutos, combinados son una fuente importante de carbohidratos y proteínas adicionales, favorecen la fermentación y liberación de nutrientes para su aplicación foliar. La constitución de este abono se observa en el cuadro 2. Para su preparación se licuaron y mezclaron las pulpas de los frutos, agitando la mezcla tres veces al día, durante 10 min, por un mes, enseguida, se filtró en una manta de algodón, se almacenó y se conservó en un lugar fresco. El experimento estuvo conformado por cuatro tratamientos, incluido el testigo (Cuadro 3).

Cuadro 1. Cantidades de los materiales que conformaron el abono orgánico sólido tipo Bocashi para el cultivo de *Artorima erubescens*.

Cantidad	Material
22.0 kg	rastrojo molido de maíz
22.0 kg	tierra de cedro (<i>Cupressus lusitanica</i>)
22.0 kg	tierra de invernadero
17.5 kg	Gallinaza
8.7 kg	Carbón
5.5 kg	Salvado
0.9 kg	harina de pescado
0.4 kg	piloncillo disuelto en agua
0.4 kg	ceniza de madera
33.0 g	levadura para pan
11.0 L	agua limpia

Cuadro 2. Ingredientes del abono orgánico líquido fermentado, utilizado para los tratamientos durante el cultivo de *Artorima erubescens* en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Cantidad	Material
4 kg	piloncillo diluidos en 1 L de agua
1 kg	pulpa de mango
4 kg	pulpa de papaya
4 kg	pulpa de melón
12 kg	pulpa de sandía
1 kg	pulpa de plátano
12 g	levadura para pan

Cuadro 3. Tratamientos utilizados en el cultivo de *Artorima erubescens*.

Tratamiento	Fertilización al sustrato con líquido fermentado 5 mL por planta	Fertilización foliar con líquido fermentado 5 mL por planta
I testigo	Agua	Agua
II	una vez a la semana	una vez a la semana
III	una vez a la semana	dos veces a la semana
IV	una vez a la semana	tres veces a la semana

Propagación vegetativa de *Artorima erubescens*

La unidad experimental para la propagación de los individuos fue un tronco de *Quercus glabrescens*, de aproximadamente 2 m por 10 a 15 cm. de diámetro. Estos troncos provinieron preferentemente de las ramas caídas de árboles de encino, principal forofito de *Artorima erubescens* en la zona de estudio. El diseño experimental consistió en cuatro tratamientos, cada uno con 10 repeticiones y dos individuos dando un total de 40 unidades experimentales y 80 plantas. Los especímenes de *Artorima erubescens* contenían aproximadamente 36 entrenudos y cuatro pseudobulbos al momento de ser recolectados, y provinieron de diferentes individuos que se desprendieron naturalmente de los forofitos (figura 4).

Las estacas fueron enterradas en un sustrato compuesto por suelo (50 g) y abono sólido tipo Bocashi (200 g) proporción 1:4, la sección de la estaca de *A. erubescens* que fue enterrada, tenía una longitud de 8 a 10 cm con presencia de raíces adventicias, el estolón fue colocado con sus raíces adventicias en contacto con el fuste del forofito.



Figura 4. Unidad experimental utilizada en el cultivo de *Artorima erubescens* en la comunidad de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Una vez establecido el cultivo se realizaron las siguientes prácticas culturales de riego y aplicación de abono líquido fermentado. Ambos abonos se aplicaron con base en lo indicado en el cuadro 3. El abono fue diluido en agua (1:10), asperjando 5 mL por planta. El establecimiento de los individuos, fue estimado

aproximadamente cada 30 días hasta los seis meses que duro el experimento, las variables evaluadas fueron: número de raíces, pseudobulbos, hojas y brotes. En la época de floración se contabilizaron el número de inflorescencias. Para definir si existen diferencias significativas entre los tratamientos, a los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza con el programa Stata (Hammer et al., 2001).

IX RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron en promedio 6.3 forofitos para *Artorima erubescens* en 1500 m², el número de individuos de la orquídea en estudio varió desde uno hasta 39 por forofito, en promedio 10.9 orquídeas por árbol, de este modo, el número promedio fue de 64 individuos de *A. erubescens* en 1500 m² (cuadro 4). Se registró un mayor número de individuos en los bordes del mosaico de vegetación y su número disminuye a medida que se avanza hacia el centro del fragmento de vegetación conservada. Asimismo, se observó que la densidad de artorimas aumenta en la copa de los forofitos de mayor altura, por lo tanto, de acuerdo con Hernández- Hernández-Pérez y Solano (2015), esta especie de orquídea está adaptada a una mayor sequía, radiación solar incidente y aireación, además de soportar grandes fluctuaciones de estos factores ambientales.

Cuadro 4. Densidad de *Artorimas erubescens* por forofito y en cuadrantes de 1500 m² en un fragmento de bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Fecha	Área (m ²)	Número de forofitos	Número de individuos de artorimas/árbol	Número de individuos de artorimas/área
26 marzo	1500	7	3.14	22
27 marzo	1500	5	24.00	120
15 abril	1500	6	17.6	106
15 abril	1500	7	5.57	39
15 abril	1500	7	5.14	36
16 abril	1500	6	10.1	61

En los datos registrados no se observó una relación entre el número de individuos de *Artorima erubescens* y la especie de forofito. Fueron más relevantes: la altura y exposición del árbol, por ejemplo en el cuadro 5, cuadrante 4, todos los forofitos corresponden a *Quercus glabrescens* y el número de artorimas varía de 1 a 39. Estos forofitos registraron una altura de ocho a 23 m, el de mayor altura contenía 39 individuos de la orquídea. Si se compara con el cuadrante 5, un área de muestreo ubicada dentro del bosque, donde de seis árboles, cuatro correspondieron a *Quercus laurina*, con altura mínima de 18 m y máxima de 30, y la cantidad de artorimas oscila de una a seis. Así mismo, se registró que el mayor número de individuos de *Artorima*, se establecieron en el borde de los fragmentos de bosque, estos mismos resultados fueron señalados por Hernández-Pérez y Solano (2015).

Cuadro 5. Características dasonómicas de los forofitos de *Artorima erubescens* en el predio de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Cuadrante 1: coordenadas X=624126 Y= 1897459

Forofito	DAP (cm)	Altura del árbol (m)	Largo del fuste (m)	Tipo de bifurcación	Plagas y enfermedades	Tallo quebrado	Clase	Individuos de A. <i>erubescens</i>	Altitud (m)
<i>Quercus laurina</i>	64	9	2.3	1	1	No	1	1	2527
<i>Q. laurina</i>	111	20	2.0	1	1	No	1	3	2527
<i>Q. laurina</i>	67	11	2.3	1	1	No	1	18	2527
<i>Clethra mexicana</i>	64	18	2.0	3	1	No	1	5	2530
<i>Q. laurina</i>	80	16	2.0	1	1	No	1	7	2542
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	105	18	1.0	1	1	No	1	2	2540

Datos con base en el anexo A

Cuadrante 2: coordenadas X=624738 Y= 1897554

Forofito	DAP (cm)	Altura del árbol (m)	Largo del fuste (m)	Tipo de bifurcación	Plagas y enfermedades	Tallo <u>quebrado</u>	Clase	Individuos de A. <i>erubescens</i>	Altitud (m)
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	57	10	1	3	1	<u>No</u>	1	30	2647
<i>Quercus glabrescens</i>	45	16	0.5	3	1	<u>No</u>	1	10	2647
<i>Q. glabrescens</i>	52	15	2	2	1	<u>No</u>	1	12	2600
<i>Q. glabrescens</i>	45	15	4	2	1	<u>No</u>	1	7	2898
<i>Q. glabrescens</i>	13	17	5	2	1	<u>No</u>	1	1	2724
<i>Q. glabrescens</i>		12	2	2	1	<u>No</u>	1	1	2730

Datos con base en el anexo A

Cuadrante 3: coordenadas X=624764 Y= 1897516

Forofito	DAP (cm)	Altura del árbol (m)	Largo del fuste (m)	Tipo de bifurcación	Plagas y enfermedades	Tallo quebrado	Clase	Individuos de A. <i>erubescens</i>	Altitud (m)
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	147	22	1	1	1	No	1	25	2704
<i>Arbutus xalapensis</i>	95	14	4	1	1	No	1	15	2687
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	48	17	6	1	1	No	1	12	2685
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	54	19	4	1	1	No	1	35	2696
<i>Clethra mexicana</i>	41	15	8	1	1	No	1	33	2690

Datos con base en el anexo A

Cuadrante 4: coordenadas X=624780 Y= 1897529

Forofito	DAP (cm)	Altura del árbol (m)	Largo del fuste (m)	Tipo de bifurcación	Plagas y enfermedades	Tallo quebrado	Clase	Individuos de A. <i>erubescens</i>	Altitud (m)
<i>Quercus glabrescens</i>	44	12	3	1	1	No	1	30	2694
<i>Q. glabrescens</i>	48	10	0.3	1	1	No	1	6	2703
<i>Q. glabrescens</i>	63	12	4	1	1	No	1	21	2693
<i>Q. glabrescens</i>	57	23	6	1	1	No	1	39	2897
<i>Q. glabrescens</i>	35	10	5	1	1	No	1	9	2736
<i>Q. glabrescens</i>	13	8	2	1	1	No	1	1	2705

Datos con base en el anexo A

Cuadrante 5: coordenadas X=625204 Y= 1847325

Forofito	DAP (cm)	Altura del árbol (m)	Largo del fuste (m)	Tipo de bifurcación	Plagas y enfermedades	Tallo quebrado	Clase	Individuos de A. <i>erubescens</i>	Altitud (m)
<i>Quercus laurina</i>	72	25	3	1	1	No	1	3	2725
Sin determinar	38	14	4	1	1	No	1	11	2724
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	79	15	4	1	1	No	1	16	2714
<i>Quercus laurina</i>	51	30	6	1	1	No	1	1	2705
<i>Q. laurina</i>	112	30	5	1	1	No	1	2	2743
<i>Q. laurina</i>	26	18	3.5	1	1	No	1	6	2717

Datos con base en el anexo A

Cuadrante 6: coordenadas X=625603 Y= 1897423

Forofito	DAP (cm)	Altura del árbol (m)	Largo del fuste (m)	Tipo de bifurcación	Plagas y enferme dades	Tallo quebrado	Clase	Individuos de <i>A.</i> <i>erubescens</i>	Altitud (m)
<i>Quercus laurina</i>	38	24	11	1	1	No	1	2	2744
<i>Q. laurina</i>	73	27	1	3	1	No	1	2	2753
<i>Q. laurina</i>	78	20	2	3	1	No	1	3	2765
<i>Q. laurina</i>	49	20	0.3	3	1	No	1	3	2774
<i>Q. laurina</i>	54	19	5	3	1	No	1	4	2752
<i>Q. laurina</i>	75	20	4	1	1	No	1	2	2743
<i>Q. laurina</i>	38	16	0.7	3	1	No	1	6	2756

Datos con base en el anexo A

Se registró que cuatro especies de forofito de *Artorima erubescens* se bifurcan en el tercio inferior o medio del árbol, cualidad que favorece el establecimiento y desarrollo de esta orquídea al incrementarse la superficie de su hábitat y mejorar el ángulo o pendiente de la rama, ya que se trata de una especie que generalmente tiene hábito trepador. Sin embargo, esta no es la mejor característica de los forofitos para el éxito de la interacción, pues *Quercus laurina* tiene un mayor número de individuos bifurcados, pero menor de artorimas (4.2), si lo comparamos con *Q. glabrescens* (12.45). Este último se caracteriza por tener una corteza más gruesa, más rugosa y estriada que facilita el establecimiento de esta orquídea, que por estas características de la corteza almacena mayor humedad y nutrimentos.

Con base en las características del fuste, tipo de bifurcación, presencia de plagas y frecuencia de tallos quebrados evaluadas (cuadro 5) se ubica a las especies de forofitos en la clase uno, es decir, se trata de árboles en buenas condiciones fitosanitarias, dominantes o codominantes, rectos, sin bifurcaciones y sin tallos quebrados. De este modo, el fragmento de vegetación está bien conservado y en condiciones de proveer el conjunto de factores medio ambientales que permiten el establecimiento y desarrollo de *A. erubescens*. Estas condiciones permitieron reintroducir exitosamente los individuos propagados durante este estudio.

Forofitos naturales

En el cuadro 6 se observa que uno de cada seis forofitos de *Artorima erubescens* es un *Chiranthodendron pentadactylon*, en promedio cada individuo alberga a 20 artorimas, este resultó ser el forofito preferido por esta orquídea. Sin embargo, el forofito con mayor frecuencia en el hábitat natural de *Artorima* es *Q. glabrescens*. Estos dos forofitos fueron seleccionados para la reintroducción de los individuos propagados. Se observó que los dominantes ecológicos en el bosque mesófilo de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, son *Quercus laurina* y *Q. glabrescens* respectivamente y representan más de dos terceras partes de los árboles identificados como forofitos de la especie estudiada, seguidos por *Chiranthodendron pentadactylon*, la tercer especie de forofito de importancia para el establecimiento y desarrollo de la orquídea estudiada. En conjunto estas tres especies albergan al 83% de los individuos. Por orden decreciente de preferencia

entre forofito-epifita están: *Chiranthodendron pentadactylon*, *Quercus glabrescens* y *Quercus laurina* (Cuadro 6).

Cuadro 6. Forofitos de *Artorima erubescens* en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Forofito	Número de Árboles	Individuos de <i>Artorima</i>	Relación artorimas/forofito
<i>Chiranthodendron pentadactylon</i>	6	120	20
<i>Quercus glabrescens</i>	11	137	12.45
<i>Q. laurina</i>	15	63	4.2
<i>Clethra mexicana</i>	2	38	19
<i>Arbutus xalapensis</i>	1	15	15
Forofito sin determinar	1	11	11
Total	36	384	10.66

Cultivo de *Artorima erubescens*

Las primeras raíces adventicias brotaron 20 días después de instalado el experimento, este proceso marco el inicio del establecimiento de los especímenes. Se consideró un organismo establecido cuando tres raíces nuevas de la estaca, se desarrollaron y establecieron contacto con el tronco utilizado como forofito y alcanzaron una longitud de 2 cm o más (Figura 6). Cabe señalar que únicamente dos estacas del testigo y una del tratamiento II no se establecieron. Los resultados de la supervivencia final evaluada se muestran en el cuadro 7. La supervivencia a lo largo de la temporada de crecimiento fue alta en las estacas de *Artorima erubescens*. La mortalidad baja probablemente se debió al suministro de agua y nutrimentos en forma de abono líquido fermentado. Wang (2007) y Bichsel *et al.* (2008) señalan que al incorporar altas concentraciones de potasio y nitrógeno se favorece el crecimiento de nuevos órganos en el cultivo de orquídeas. Sin embargo, en este estudio la mortalidad baja también estuvo determinada por la aplicación del abono sólido, que repercutió en el vigor de las mismas y en el crecimiento del sistema radical. Las estacas que registraron el 100% de supervivencia fueron las de los tratamientos III y IV, donde se aplicó una mayor dosis de abono líquido fermentado en forma foliar. Vázquez (1994) señaló que la fertilización foliar, además de proporcionar nutrimentos a las plantas, ayuda a prevenir la deshidratación, promoviendo el crecimiento de todos los órganos (Figura 7). Esto se explica porque el potasio es un nutrimento que generalmente es muy abundante en los tejidos vegetales, sobre todo en los suculentos como los

utilizados para la elaboración del abono líquido fermentado, este nutrimento participa en múltiples funciones como: regulación del equilibrio hídrico, la absorción de cationes y aniones, además interviene en el metabolismo de los azúcares, estimula el crecimiento de la raíz, eficientiza la fotosíntesis, induce la floración y la fructificación (Fageria, 2001; Tobón *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2010).

De acuerdo con APÉNDICE II CITES (2013), *Artorima erubescens* es una especie vulnerable (Soto-Arenas y Hágsater 1990), además es endémica de México con distribución geográfica en los estados de Guerrero y Oaxaca. Sus poblaciones están aún más en riesgo por el cambio de uso del suelo (García-Mendoza, 1994), fragmentación del bosque mesófilo de montaña, la tala inmoderada y la tumba, roza y quema. Por lo tanto, se requiere de un manejo adecuado para asegurar su conservación en su hábitat natural. *Artorima erubescens* es una especie que en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, se utiliza con fines ornamentales y ceremoniales, la extracción de sus inflorescencias y destrucción de su hábitat están reduciendo sus poblaciones, sin embargo esta orquídea, con su belleza espectacular de su inflorescencia terminal paniculada, hasta este momento, no se ha cultivado por parte de la comunidad.

En este estudio, esta orquídea fue cultivada bajo las condiciones climáticas de su hábitat natural, sometiéndola a una mayor radiación solar directa (Figura 5). Esta

investigación permitió analizar las condiciones *in situ* requeridas para cultivarla, utilizando la propagación vegetativa para acelerar su multiplicación, desarrollo y crecimiento, con el fin de producir individuos para introducirlos a su hábitat natural y contribuir a su conservación. Además su cultivo permitirá que los pobladores ya no extraigan las inflorescencias de su hábitat natural. El cultivo tradicional es una estrategia que se basa en dos principios: la conservación de los sitios donde se encuentran las especies nativas y la conservación *ex situ*; esta última tiene como finalidad la propagación y el mantenimiento de las especies que ya no pueden subsistir en la naturaleza, o bien, la propagación masiva y subsecuente comercialización (Hágsater *et al.*, 2005).



Figura 5. Cultivo de *Artorima erubescens* en la comunidad de San Andrés
Chichahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.



Figura 6. *Artorima erubescens* establecida a partir de estacas cultivadas utilizando abono sólido tipo Bocashi en la base de la planta y abono líquido fermentado aplicado al sustrato y foliarmente en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.



Figura 7. *Artorima erubescens* cinco meses después de su establecimiento a partir de estacas cultivadas utilizando abono sólido tipo Bocashi en la base de la planta y abono líquido fermentado aplicado al sustrato y al follaje en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Según Laube y Zotz (2003) el crecimiento vegetativo de epífitas vasculares está menos condicionado por el suministro de nutrimentos que por la disponibilidad de humedad; sin embargo, en este estudio se aseguró el suministro de ambos factores a través del riego y abonado con el líquido fermentado. El abasto de

nutrimentos para los propágulos se aseguró al dosificar estos por dos vías: una en el medio de soporte para su absorción por el sistema radical de la planta y otra vía foliar para su absorción por los estomas, asegurando de esta forma un adecuado balance nutrimental para la diáspora y con esto una regeneración eficiente de las estructuras faltantes que aseguraron su establecimiento. Los resultados de la evaluación para el establecimiento de las diásporas indican un 90 a 100 % de establecimiento y supervivencia (cuadro 7).

Cuadro 7. Supervivencia de las estacas de *Artorima erubescens* en los diferentes tratamientos después de un mes de cultivo en Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Tratamiento	Número inicial de estacas	Número de estacas vivas	Número de estacas muertas	% de supervivencia
I TESTIGO	20	18	2	90
II	20	19	1	95
III	20	20	0	100
IV	20	20	0	100

En el cuadro 8 se muestran los datos de las variables registradas en los organismos establecidos de los cuatro tratamientos incluido el testigo. Estas variables fueron: número de raíces, pseudobulbos, hojas, inflorescencias y brotes.

Cuadro 8. Datos de los parámetros evaluados durante las etapas de establecimiento y desarrollo de *Artorima erubescens* cultivada bajo la influencia de la aplicación de abonos orgánicos sólido y líquido en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Tratamiento I. Riego con agua.

	Hojas 01	Pseudo bulbos 01	Raíces 01	Hojas 02	Pseudo bulbos 02	Raíces 02	Hojas 03	Pseudo bulbos 03	Raíces 03	Inflor 01	Hojas 04	Pseudo bulbos 04	Raíces 04	Inflor 02	Brotes 01
	5	4	3	5	4	7	5	4	7	0	2	4	38	1	0
	3	4	4	3	4	8	3	4	8	0	6	3	38	0	0
	7	4	2	6	4	6	6	4	6	0	7	5	31	1	2
	4	4	3	4	4	6	4	4	6	0	6	5	16	0	2
	5	5	5	5	5	7	5	5	7	1	4	7	23	0	3
	6	4	6	4	4	9	4	4	9	0	3	3	7	0	1
	3	4	4	3	4	8	3	4	8	0	9	5	30	0	2
	4	5	3	4	5	6	4	5	8	0	4	4	29	0	2
	4	4	4	4	4	6	4	4	6	0	4	4	19	0	1
	5	5	5	5	5	7	5	5	7	0	4	3	14	0	2
	6	5	3	6	5	8	6	5	8	0	3	4	17	1	2
	7	4	6	6	4	9	6	4	9	1	0	6	0	0	2
	3	4	5	3	4	7	3	4	7	0	1	4	4	0	2
	5	4	3	5	4	8	5	4	11	0	2	5	27	1	4
	4	4	4	4	4	7	4	4	7	0	4	0	16	0	0
	4	5	4	4	5	7	4	5	10	0	0	4	0	0	2
	3	6	5	3	6	6	3	6	6	0	11	4	10	0	2
	3	5	4	3	5	8	3	5	8	0	6	2	22	0	1
	4	4	3	4	4	9	4	4	9	0	7	0	51	1	1
	4	4	3	4	4	10	4	4	10	0	6	7	11	0	0
\bar{X}	4.45	4.4	3.95	4.05	4.4	7.45	4.25	4.4	7.85	0.1	4.45	3.95	20.2	0.25	1.55

Nota: El número que se indica por debajo de cada parámetro, corresponde a diferentes fechas de registro.

Cuadro 8. Continuación

Tratamiento II. Abonado al sustrato con líquido fermentado una vez por semana y una vez al follaje

	Hojas 01	Pseudo bulbos 01	Raíces 01	Hojas 02	Pseudo bulbos 02	Raíces 02	Hojas 03	Pseudo bulbos 03	Raíces 03	Inflor 01	Hojas 04	Pseudo bulbos 04	Raíces 04	Inflor 02	Brotos 01
	5	4	3	5	4	5	5	4	5	0	7	6	17	0	2
	6	4	3	4	4	6	4	4	6	0	1	7	16	1	2
	5	4	3	5	4	5	5	4	9	0	5	5	8	0	1
	4	4	3	4	5	5	4	5	5	0	5	7	18	0	2
	4	4	5	4	4	7	4	4	7	0	8	4	21	0	2
	4	4	6	4	4	8	4	4	8	0	11	8	22	0	2
	3	4	8	3	4	12	3	4	12	1	4	7	13	0	3
	5	4	5	4	4	8	4	4	8	0	9	7	52	1	4
	4	4	4	4	4	7	4	4	7	0	5	8	29	0	2
	3	4	3	3	5	5	3	5	5	0	7	6	13	0	1
	5	4	5	5	4	8	5	4	8	1	3	6	65	0	1
	6	4	4	5	5	5	5	5	5	0	6	6	18	0	1
	4	4	4	4	5	5	4	5	5	0	7	5	36	0	1
	3	4	3	3	5	4	3	5	7	0	2	6	10	0	2
	3	4	4	3	4	7	3	4	7	1	6	6	45	1	2
	4	4	3	4	5	6	4	5	9	0	9	6	16	0	1
	2	4	4	2	4	7	3	4	7	0	6	7	23	0	1
	3	4	4	3	5	6	3	5	6	0	10	4	33	0	2
	6	4	5	5	4	6	5	4	7	0	8	4	15	0	0
	4	4	5	4	4	7	4	4	9	1	4	5	10	0	1
\bar{X}	4.15	4	4.2	3.9	4.35	6.45	3.95	4.35	7.1	0.2	6.15	6	24	0.2	1.65

Cuadro 8. Continuación

Tratamiento III. Abonado al sustrato con líquido fermentado una vez por semana y dos veces al follaje

	Hojas 01	Pseudo bulbos 01	Raíces 01	Hojas 02	Pseudo bulbos 02	Raíces 02	Hojas 03	Pseudo bulbos 03	Raíces 03	Inflor 01	Hojas 04	Pseudo bulbos 04	Raíces 04	Inflor 02	Brotos 01
	3	4	3	3	4	8	3	4	8	0	1	7	11	0	1
	4	4	4	4	4	9	4	4	9	0	6	7	30	0	0
	4	4	5	4	4	6	4	4	6	0	4	5	26	0	1
	5	4	6	5	4	8	5	4	8	0	6	3	16	0	1
	3	4	4	3	4	7	3	4	7	0	7	3	17	0	0
	3	4	3	3	4	7	3	4	9	0	4	5	23	0	2
	4	4	4	4	4	8	4	4	8	0	5	8	16	0	1
	5	4	5	5	4	10	5	4	10	0	7	4	49	0	1
	5	4	5	5	4	11	5	4	14	1	6	12	14	0	3
	4	4	5	4	4	9	4	4	9	0	10	6	45	1	1
	4	4	3	4	4	7	4	4	8	0	8	9	13	0	1
	4	4	4	4	4	6	4	4	6	0	6	6	23	0	1
	4	4	5	4	4	11	4	4	11	1	6	5	28	0	0
	3	5	3	3	5	7	3	5	9	0	8	6	33	0	2
	3	4	4	3	4	8	3	4	8	0	0	9	0	0	4
	2	5	6	2	5	8	2	5	8	0	0	6	0	0	2
	5	4	3	5	4	9	5	4	10	0	11	4	86	1	1
	5	4	4	5	4	8	5	4	8	0	3	7	19	1	4
	4	4	7	4	4	14	4	4	14	0	6	6	23	1	2
	4	4	6	4	5	12	4	5	12	0	8	4	16	0	2
\bar{X}	3.9	4.1	4.4	3.9	4.15	8.65	3.9	4.15	9.1	0.1	5.6	6.1	24.4	0.2	1.5

Cuadro 8. Continuación

Tratamiento IV. Abonado al sustrato con líquido fermentado una vez por semana y tres veces al follaje

	Hojas 01	Pseudo bulbos 01	Raíces 01	Hojas 02	Pseudo bulbos 02	Raíces 02	Hojas 03	Pseudo bulbos 03	Raíces 03	Inflor 01	Hojas 04	Pseudo bulbos 04	Raíces 04	Inflor 02	Brotos 01	
	3	4	4	3	4	8	4	4	8	0	8	4	76	1	2	
	6	5	6	6	5	9	6	5	9	0	8	8	37	0	3	
	5	5	5	5	5	6	5	5	9	0	7	7	28	1	1	
	5	5	5	5	5	9	5	5	9	0	5	4	44	1	2	
	5	4	4	5	4	8	5	4	8	0	6	6	23	0	1	
	4	4	7	4	4	14	5	4	14	1	9	8	28	1	1	
	5	4	5	5	4	6	5	4	8	0	2	6	19	1	1	
	4	4	6	4	4	11	4	4	11	1	7	10	29	0	3	
	4	4	6	4	4	13	5	4	13	0	10	6	49	0	1	
	4	4	6	4	4	12	4	4	12	0	7	6	50	1	1	
	5	5	5	5	5	8	5	5	8	1	3	7	29	1	1	
	5	5	5	5	5	9	5	5	11	0	3	6	30	0	2	
	5	5	7	5	5	12	5	5	12	0	9	5	29	1	0	
	5	4	5	5	4	9	5	4	9	0	5	4	30	1	1	
	6	5	7	6	5	10	6	5	10	0	4	6	25	0	2	
	5	4	6	5	4	10	5	4	10	1	2	5	27	0	2	
	4	5	5	4	5	8	5	5	8	0	5	5	17	0	1	
	5	4	6	5	4	10	5	4	10	0	7	7	49	0	2	
	5	5	8	5	5	13	5	5	13	0	5	7	7	0	2	
	4	4	6	4	4	12	4	4	12	1	6	5	28	0	1	
\bar{X}	4.7	4.45	5.7	4.7	4.45	9.85	4.9	4.45	10.2	0.25	5.59	6.1	32.7	0.45	1.5	

El tratamiento que registró el mayor valor promedio de estas variables fue el IV, fertilización al sustrato con líquido fermentado una vez a la semana y fertilización foliar tres veces a la semana (Cuadro 9). Mientras que, las variables número de brotes e inflorescencias no fueron significativamente diferentes (Cuadros 10-11).

Cuadro 9. Promedio de los parámetros evaluados durante las etapas de establecimiento y desarrollo de *Artorima erubescens*, cultivada aplicando abonos orgánicos sólido y líquido en San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Trat	Hojas 01	Pseudo bulbos 01	Raíces 01	Hojas 02	Pseudo bulbos 02	Raíces 02	Hojas 03	Pseudo bulbos 03	Raíces 03	Inflorescencias 01	Hojas 04	Pseudo bulbos 04	Raíces 04	Inflorescencias 02	Brotes 01
I	4.45	4.4	3.95	4.05	4.4	7.45	4.25	4.4	7.85	0.1	4.45	3.95	20.15	0.25	1.55
II	4.15	4	4.2	3.9	4.35	6.45	3.95	4.35	7.1	0.2	6.15	6	24	0.15	1.65
III	3.9	4.1	4.4	3.9	4.15	8.65	3.9	4.15	9.1	0.2	5.6	6.1	24.4	0.2	1.5
IV	4.7	4.45	5.7	4.7	4.45	9.85	4.9	4.45	10.2	0.25	5.9	6.1	32.7	0.45	1.5

En todos los tratamientos se observó el efecto del trasplante en las plantas de *Artorima erubescens*, esto se vio reflejado en la pérdida de hojas y pseudobulbos, el daño fue mayor en las hojas, mientras que el pseudobulbo fue el órgano menos

afectado. El tratamiento I (testigo), riego con agua y el tratamiento II, con abono líquido fermentado aplicado una vez por semana al sustrato y una vez al follaje, fueron los más afectados; en estos se observó deshidratación y clorosis en las hojas, además de perderse el 9 y 6% de las mismas respectivamente. Los tratamientos III y IV registraron menos estrés y tuvieron una rápida recuperación. En el cuadro 10 se muestra el análisis de varianza con un nivel de confianza $p \leq 0.05$, puede observarse que existe diferencia en el número de hojas, pseudobulbos y raíces entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar una prueba de Tukey con el fin de investigar cuáles de ellos difieren entre sí (Cuadro 11 y Figura 8). Esta prueba indica que para el número de hojas existen diferencias significativas entre T1 y T4, así como entre T3 y T4, es decir, el número de hojas se incrementó de manera importante tres meses después del trasplante en los tratamientos donde se aplicó abono líquido fermentado. Esta respuesta se debe a la disponibilidad de recursos nutrimentales para la planta, que en este caso son dos las vías; por un lado a través de la raíz y por otro vía foliar donde los estomas son las estructuras encargadas de la incorporación nutrimental. El número de hojas final guarda una relación positiva con el incremento de la dosis y con el vigor general de la planta.

Cuadro 10. Análisis de varianza para las variables en los diferentes tratamientos utilizados. F= Valor de Fisher

Variable	F	p ≤ 0.05
Número de raíces	2.759	0.042
Número de pseudobulbos	3.127	0.026
Número de hojas	3.263	0.022
Número de brotes	0.110	0.956
Número de inflorescencias	2.070	0.106

Cuadro 11. Prueba de Tukey para las variables biológicas evaluadas en las plantas cultivadas de *Artorima erubescens* en la comunidad de San Andrés

Chichahuaxtala, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

Variable	Tratamiento (I)	Tratamientos (I)	p ≤ 0.05
Número de raíces	I	II	0.988
		III	0.755
		IV	0.043
Número de pseudobulbos	I	II	0.386
		III	0.281
		IV	0.013
Número de hojas	I	II	0.892
		III	1.000
		IV	0.041
Número de hojas	III	I	1.000
		II	0.851
		IV	0.032

El número de pseudobulbos en los tratamientos se mantuvo constante, excepto un pequeño descenso o pérdida como consecuencia del trasplante en los tratamientos: TI=Testigo, riego con agua y tratamiento TII=Abonado al sustrato con líquido fermentado una vez por semana y una vez al follaje. Las pérdidas de pseudobulbos alcanzaron cifras de 10 y 13 % respectivamente, mientras que en los tratamientos III y IV los pseudobulbos continuaron con su desarrollo. El análisis estadístico indica diferencias significativas para esta variable entre los tratamientos I y IV con una significancia de 0.013 al nivel de confianza de 95%, de igual manera el número de raíces difiere significativamente en TI y TIV. (Cuadro 11 y Figura 8).

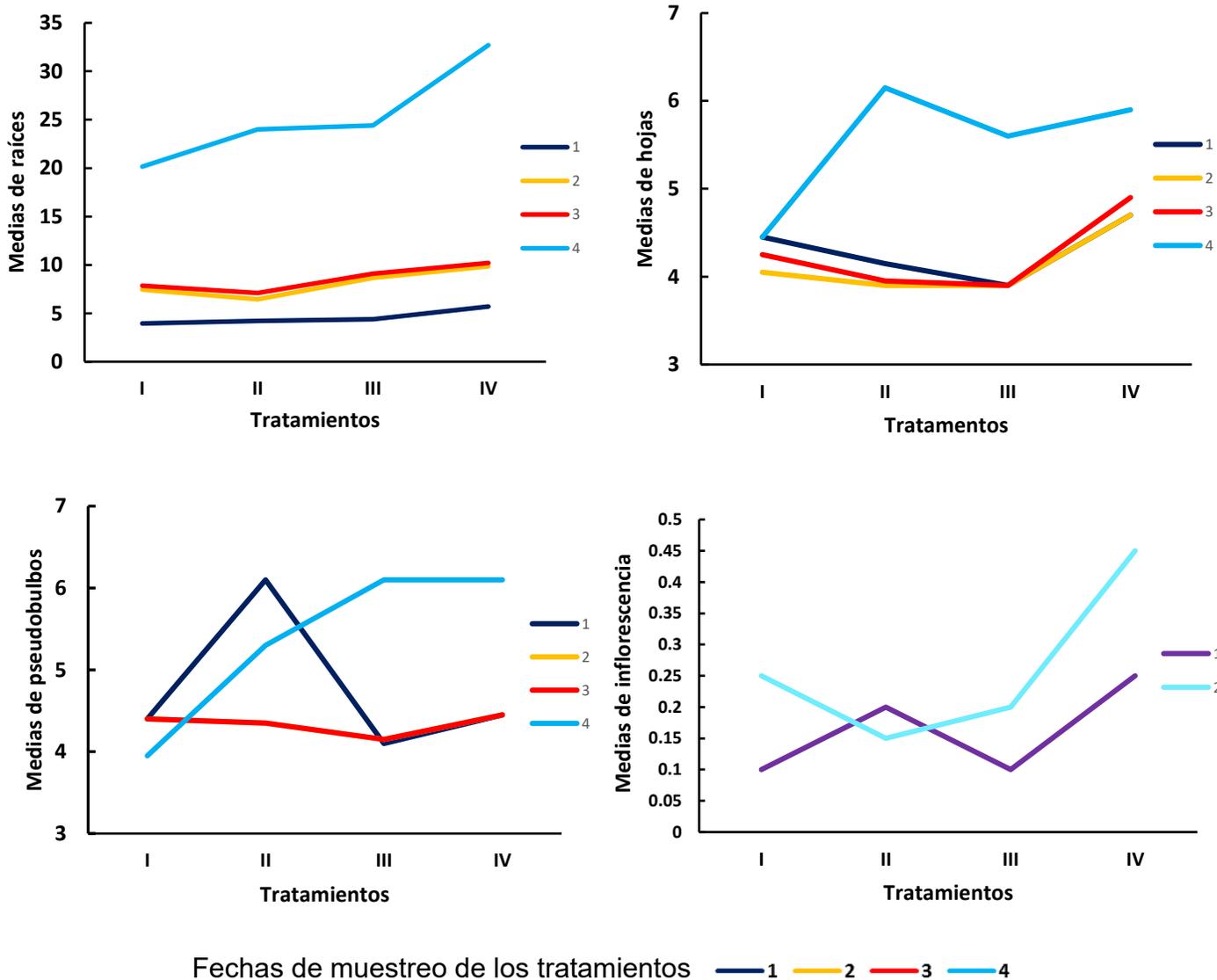


Figura 8. Diferencias significativas entre los tratamientos con base en la Prueba de Tukey para las variables biológicas evaluadas en las plantas cultivadas de *Artorima erubescens* en la comunidad de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca.

El sistema radical de la especie en estudio fue el órgano que más rápidamente se regeneró, después de 20-30 días de haber establecido el experimento, los estolones de *Artorima erubescens* ya habían desarrollado dos a cuatro raíces nuevas por tallo. La generación de raíces fue continua a lo largo del periodo de evaluación y alcanzó un valor máximo a los cinco meses de establecido el experimento, con 16 a 26 raíces por individuo. El número mayor se registró en el Tratamiento IV, abonado al sustrato con líquido fermentado una vez por semana y tres veces al follaje y menor en el Tratamiento I irrigado con agua. La prueba de Tukey confirma diferencias significativas entre los tratamientos I y IV al nivel de confianza del 95% (Cuadro 11).

En el cuadro 10 se observa que para el número de brotes e inflorescencias el ANDEVA indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, por lo cual no se procedió a realizar una prueba de tukey, sin embargo, hay una tendencia de aumento de estas estructuras a medida que la dosis de abono líquido fermentado se incrementa. El desarrollo de brotes ocurrió en el mediano plazo, cuando las plantas habían regenerado su sistema radical y habían reestablecido su balance nutrimental y vigor, mientras que las inflorescencias se desarrollaron al final del experimento y estuvo determinado por las condiciones fenológicas propias de las plantas pues coincidió con el periodo de floración de la especie en su hábitat natural.

La recuperación de las plantas se registró 25 días después de aplicar el abono y riego en los diferentes tratamientos. En el cuadro 8 y figura 5 se observa que a los

tres meses las plantas estaban completamente establecidas pues el número de hojas, raíces y pseudobulbos se habían incrementado y los órganos senescentes recuperado.

Con base en los resultados obtenidos, el abono líquido utilizado es una buena fuente de nutrimentos para cultivar *Artorima erubescens*, ya que el establecimiento y desarrollo de las plantas fue mejor, en comparación con las plantas testigo, donde se observó lenta recuperación e incluso muerte de individuos y mayor pérdida de órganos, resultados similares obtuvo Joaquín (2014) en el cultivo de *Cuitlauzina pendula*. Del mismo modo, el cultivo *in vitro* de diferentes orquídeas ha demostrado que la aplicación de extractos orgánicos mejora el crecimiento de las plantas, Sinha y Roy (2004) cultivaron *Vanda teres* y adicionaron al medio de cultivo agua de coco y extracto de plátano al 10 y 12% respectivamente, mientras que Moreno y Menchaca (2007) trabajaron con *Stanhopea tigrina* y Flores-Escobar *et al.* (2008) lo hicieron con *Oncidium stramineum* y en ambos estudios se obtuvieron mejores resultados al suplementar el medio de cultivo con extracto de jitomate, manzana y plátano al 4% y 10% de agua de coco. El cultivo de *Artorima erubescens* realizado en el presente trabajo y el de *C. pendula* que hizo Joaquín (2014) se practicaron *in situ*, y en ambos los resultados indican que el abono líquido fermentado elaborado con frutas es eficaz y asegura la asimilación de nutrimentos, se recomienda hacer un estudio de la composición y balance nutrimental de éste y otros abonos líquidos fermentados preparados con frutas diferentes.

En este estudio, las estacas formaron raíces adventicias 20 a 30 días después de instalado el experimento, lo que marcó el inicio del establecimiento. Bajo las condiciones (luz, temperatura, humedad, etc.) de su ambiente natural y con el suministro de nutrimentos y humedad en el sustrato a través de la aplicación de abono sólido y líquido fermentado, la planta se recuperó para iniciar con el desarrollo de las yemas vegetativas tres meses después. El desarrollo de brotes ocurrió a los cuatro meses y culminó con el inicio de la floración en el mes de noviembre. La floración tuvo lugar en los meses de enero y febrero. No se presentó desarrollo de frutos, finalmente las plantas entraron a un estado de reposo en el mes de marzo.

X CONCLUSIONES

El fragmento de bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, está bien conservado y tiene las condiciones fitosanitarias y ambientales para la reintroducción exitosa de *Artorima erubescens*.

Esta orquídea requiere de radiación solar directa y aireación para completar su ciclo de vida y florecer cada año.

Estolones con cuatro pseudobulbos, son el tamaño adecuado para garantizar su supervivencia y establecimiento para su cultivo *in situ*.

En el hábitat natural de *Artorima erubescens*, la altura del forofito y la exposición de sus ramas determina el número de orquídeas que en él se establece.

Por sus características dasonómicas en el bosque mesófilo de montaña de San Andrés Chicahuaxtla, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca, la presencia de *Chiranthodendron pentadactylon*, *Quercus glabrescens* y *Quercus laurina*, aseguran una exitosa reintroducción de *Artorima erubescens*.

El desarrollo de raíces, brotes e inflorescencias en los estolones cultivados de la especie en estudio se favorece con el incremento de la dosis de abono líquido fermentado aplicada.

El abono líquido fermentado favorece el establecimiento y desarrollo de *Artorima erubescens* cuando es cultivada *in situ* bajo las mismas condiciones climáticas de su hábitat natural.

El cultivo de *Artorima erubescens* es exitoso utilizando abono líquido fermentado elaborado a partir de frutas suculentas.

El abono sólido cumplió eficazmente con la función de retener y proporcionar la humedad requerida por las estacas de *A. erubescens* para su establecimiento.

XI BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Arditti, J. 1992. Fundamentals of orchid biology. Jonh Wiley & Sons, California.
- Caneva, S. 1978. Orquídeas. Principales géneros y especies, su cultivo Ed Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- Carnevali G., G. A. Romero, E. Noruega y G. Gerlach. 2007. La familia Orchidaceae en Venezuela: diversidad y biogeografía. Memorias XVII Congreso Venezolano de Botánica. Caracas.
- CITES. 2013. Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. <http://www.cites.rg/esp/disc/how.shtml>. 23 de marzo de 2017.
- Bichsel, R. G. y T. W., Starman. 2008. Nitrogen, phosphorus and potassium grequirements for optimizing growth and flowering of the nobile *Dendrobium* as a potted orchid. *HortScience* **43**(2): 328-332.
- Chase, M. W., J. V. Freudenstein, K. M. Camergon y R. L. Barret. 2003. DNA data and Orchidaceae systematics: A new phylogenetic classification. Págs. 69-89. *In*: Orchid Conservation. K. W. Dixon, S. P. Kell, R. L. Barrett y P. J. Cribb (eds.). Natural History Publication, Kota Kinabalu, Sabah.
- Descourvieres, P. 2006. Orquídeas. Ed. Akal S. A., CDMX, México.
- Dodson, C. H. 1975. Clarification of some nomenclature in the genus *Stanhopea* (Orchidaceae). *Selbyana* 1: 46-55.

- Espejo A., J. López, R. Jiménez y L. Sánchez. 2002. Orquídeas del estado de Morelos. *Orquídea* **16**: 1-332.
- Fageria, V. D. 2001. Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Plant Nutrition* **24**(8):1269-1290.
- Flores-Escobar, G., J. P. Legaria-Solano, I. Gil-Vásquez y M. T. Colinas-León. 2008. Propagación *in vitro* de *Oncidium stramineum* Lindl. Una orquídea amenazada y endémica de México. *Revista Chapingo. Serie horticultura* **14**(3): 347-353.
- García-Mendoza, A., P. L. Tenorio y J. R., Santiago. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Botanica Mexicana* **27**:53-73.
- García-Mendoza, A. J. 2004. Integración del conocimiento florístico del estado. P 305-325. *In*: A. J. García-Mendoza. M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México, D. F.
- García-Peña, Ma. R. del y M. Peña. 1981. Uso de las orquídeas en México desde la época prehispánica hasta nuestros días. *Orquídea (Méx.)* **8**: 59-86.
- García-Soriano. 2013. Demografía, manejo y conservación de *Artorima erubescens*, en Oaxaca, orquídea endémica del sur de México. Tesis de

maestría, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

Hágsater, E., M. A. Soto-Arenas, G. Salazar-Chávez, R. Jiménez-Machorro, M. López-Rosas y R. L. Dressler. 2005. Las orquídeas de México. Instituto Chinoín. México, D. F.

Hammer Ø., A. T. D. Harper, and D. R. Paul. 2001. Paleontological statistics software package for education and data analysis *Palaeontologia Electronica*, 4:1-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
23 de marzo de 2017.

Hartman, W. 1971. Introducción al cultivo de las orquídeas. Ed. Fournier, S. A. CDMX, México.

Hartman, W. 1972. La orquídea en la medicina y otros usos prácticos. *Orquídea (Méx.)* 2: 70-71.

Hartman, H. T y D. E. Kester. 1995. Propagación de plantas. Continental. México, D. F.

Hernández-Pérez, E. y E. Solano 2015. Effects of hábitat fragmentation on the diversity of epiphytic orchids from a montane forest of southern Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 31:103-115.

INEGI. 1980. Carta Edafológica, hoja de México. Esc. 1:10000. Instituto de Estadística Geografía e Informática. México, D. F.

- Joaquín, O. A. 2014. Dinámica nutrimental y cultivo de *Cuitlauzina pendula* en el bosque mesófilo de montaña de las sierras Triqui-Mixteca. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Judd, W., C. Campbell, E. Kellogg, P. Stevens y M. Donoghue. 2008. Plant Systematics. Sinauer, Massachusetts.
- Laube, S. y G. Zotz. 2003. Which abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte?. *Functional Ecology* **17**(5): 598-604.
- Martínez, D. G., B. J. L. Miranda y J. H. M. Núñez. 2010. Efecto del potasio y calcio en la calidad y producción de vid (*Vitis vinífera* L.) cv. Flame Seedless, en la Costa de Hermosillo, Sonora. *Biotecnia* **12**(1): 55-62.
- Moreno, M. D. y R. A. G. Menchaca. 2007. Efecto de los compuestos orgánicos en la propagación *in vitro* de *Stanhopea tigrina* Bateman (Orchidaceae). *Foresta Veracruzana* **9**(002): 27-32.
- Ortíz-Pérez M. A., J. R. Hernández-Santana y J. M. Figueroa-Mah-Eng. 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. Págs. 43-54. *In*: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México, D. F.

- Pelham W. N. 1958. Orquídeas de México. Ed. Fournier, S. A. México
- Restrepo, R. J. 1998. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados. SIMAS. Managua, Nicaragua.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D. F.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botanica Mexicana* **35**: 25-44.
- Salazar-Chávez, G. A. 2006. Orquídeas y otras plantas nativas de la cañada Cuicatlán Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. México, D.F.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 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. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección, 30 de diciembre de 2010.
- Sinha, P. y S. K. Roy. 2004. Regeneration of an indigenous orchid *Vanda teres* (Roxb.) Lindl. Through *in vitro* culture. *Plant tissue culture* **14**(1):55-61.
- Solano-Gómez, R., G. Cruz-Lastre, A. Martínez-Feria y L. Lagunes-Rivera. 2010. Plantas utilizadas en la celebración de la Semana Santa en Zaachila, Oaxaca, México. *Polibotánica* **29**: 263-269.

- Soto-Arenas, M. A. 1988. Listado actualizado de las orquídeas de México. *Orquídea* 11: 233-272.
- Soto-Arenas, M. A. 1990. *Artorima erubescens* (Lindl.) Dressler & Pollard. *In*: Icones Orchidacearum, Fascicle I, Orchids of Mexico, Part 1. Plate 2. E. Hágsater y G. Salazar (eds.). Asociación Mexicana de Orquideología, A. C. México, D. F.
- Soto-Arenas M. A. y G. A. Salazar-Chávez. 2004. Orquídeas. Págs. 271-295. *In*: Biodiversidad de Oaxaca. A.J. García-Mendoza, M. de J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México, D.F.
- Soto-Arenas, M. y E. Hágsater. 1990. Algunas ideas acerca de la conservación de las orquídeas mexicanas y un listado preliminar de los taxa amenazados. Págs. 155-172. *In*: Camarillo, J.L. y E. Rivera (eds.). Áreas Naturales Protegidas en México y Especies en Extinción. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Soto-Arenas, M. A. 1996. Orchids: Status Survey and Conservation Action Plan. Págs. 53-58. *In*: IUCN/SSC Orchid Specialist Group. International Union for Conservation of Nature. Switzerland.
- Téllez V. M. A. A. 2007. Diagnóstico de la familia Orchidaceae en México. CDMX, México.

Téllez V. A. 2011. Orquídeas terrestres del pedregal de San Ángeles. Ed. Instituto de Biología, UNAM.

Diagnóstico de la familia Orchidaceae en México. CDMX, México.

Tobón, C., J. Sevink y J. M. Verstraten. 2004. Litterflow chemistry and nutrient uptake from the forest floor in northwest Amazonian forest ecosystems. *Biogeochemistry* **69**(3): 315-339.

Vázquez, V. S. 1994. Cambios Morfológicos, Anatómicos y Fisiológicos en plantas aclimatizadas de Anturio y Orquídeas. Tesis de Maestría de Colegio de Postgraduados. Chapingo.

Wang, Y. T. 2007. Potassium nutrition affects *Phalaenopsis* growth and flowering. *Horticultural Science* **42**(7): 1563-1567.

Zdenek J. 2005. La enciclopedia de las orquídeas. Ed. Libsa. Madrid España.

<http://www.ipni.org> Índice Internacional de nombres de plantas, (IPN, por sus siglas en ingles). Fecha de consulta 15 de febrero de 2015.

<http://www.tropicos.org> Trópicos Missouri Botanical garden . fecha de consulta 15 de febrero de 2015.

