

Conservación *in situ* de la flora mexicana:

# LA ORQUÍDEA

LAELIA ALBIDA, EN UNA RESERVA DE LA BIOSFERA

LETICIA SANTOS H., ERNESTO AGUIRRE L., JORGE E. CAMPOS C. Y MARTHA MARTÍNEZ G.



Cuando la utilidad de un recurso biótico es regida por sus características biológicas y por el entorno cultural, es importante emprender estrategias para su conservación; en particular, si son endémicos de nuestro país, ello requiere cuidado especial al ser estos organismos sometidos a colectas intensivas de individuos silvestres y a la perturbación del hábitat.

Tal es el caso de la orquídea *Laelia albida*, conocida como *monjita blanca*, presente en el Valle de Zapotitlán Salinas, el cual forma parte de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, donde la monjita blanca aún tiene un uso tradicional en la festividad de Todos Santos.

Sin embargo, el inadecuado empleo del recurso, así como los cambios en el hábitat, han llevado a una situación crítica a otras especies del género *Laelia*, varias de las cuales están incluidas en la Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-1994.<sup>1</sup> Por esta razón se busca, a través de un estudio de la situación actual de la monjita blanca, ofrecer un modelo natural para tratar de explicar lo acontecido a las otras especies y aportar elementos que eviten la pérdida del recurso.

Ante esta situación, se realizó una investigación para: *a)* conocer la distribución regional de esta orquídea en el valle; *b)* detectar la variación genética utilizando marcadores moleculares mediante el análisis de la Amplificación al Azar del ADN polimórfico (RAPD, por sus siglas en inglés), este tipo de metodologías se ha aplicado en otras investigaciones y sus resultados se utilizaron para priorizar las especies a conservar; *c)* establecer la preservación *in vitro*; y *d)* integrar y divulgar la información entre los pobladores para intentar rescatar *in situ* nuestra riqueza biológica y cultural.

#### USOS TRADICIONALES DE PLANTAS

Las interacciones hombre-planta se ejemplifican en los usos medicinales, alimenticios y

ornamentales; en algunos casos existe, además, el componente mágico-religioso ampliamente difundido. De entre las tradiciones mexicanas con gran trascendencia, las festividades religiosas de Todos Santos y Fieles Difuntos se caracterizan por la presencia de la flor típica, por todos conocida como *cempaxúchitl*.

En diversos lugares del país, se pueden encontrar altares religiosos adornados con otras flores que dan más vida y colorido a estas celebraciones. Uno de tales lugares es el Valle de Zapotitlán Salinas; el vocablo *Zapotitlán* proviene del náhuatl *Xapōtl* o *Xhopōnatl*, que se refiere al cacique del señorío de Cuthá y de Titlane, pueblo ancestral de la familia indígena de los popolocas que significa *señor victorioso o invencible*.

Como parte de su tradición, los pobladores de este valle han incluido la orquídea *Laelia albida* en los altares devotos de esa región, debido a la belleza de sus flores con esencia dulce, con lo cual realizan sus ceremonias.

#### SITUACIÓN ACTUAL EN LA REGIÓN

Una de las zonas áridas cuya importancia biológica ha sido reconocida internacionalmente es el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, al ser nominada Reserva de la Biosfera<sup>2</sup>, situada en el centro del país. Esta reserva está considerada como centro de megadiversidad y endemismo en el ámbito mundial por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).<sup>3</sup> Tal condición de reserva



**Figura 1.** Vista general del Valle de Zapotitlán Salinas

ecológica establece un mayor control de las investigaciones realizadas en la zona; sin embargo, en algunos casos, no se tiene una perspectiva clara para el uso de los recursos en un sitio tan interesante desde el punto de vista biológico y cultural.

Pese a la protección que puede brindarse a una especie localizada en una reserva, el uso tradicional sigue propiciando colectas intensivas de este recurso natural en los sitios donde la orquídea crece en forma silvestre. Al mismo tiempo, existen otros factores que influyen en la reducción de este tipo de sitios, por ejemplo: el crecimiento lento de las plantas; el desprendimiento natural de las mismas; la formación escasa de semillas y la existencia de áreas perturbadas en el valle, ocasionadas por aridificación natural y por efecto de actividades como agricultura de temporal, pastoreo y deforestación.

#### **IMPORTANCIA DEL GÉNERO *LAELIA* EN MÉXICO**

El género *Laelia*, con un total de once especies, es endémico de nuestro país, y se encuentra en una gran variedad de nichos ecológicos. Las distintas etnias indígenas mexicanas han cultivado tradicionalmente especies como *L. albida*, *L. anceps*, *L. gouldiana*, *L. autumnalis* y *L. furfuracea*, y debido al alto valor que se le atribuye, las flores se han utilizado durante siglos como parte de las ofrendas en las festividades de Día de Muertos, de allí los nombres comunes de algunas especies: calaverita, lirio de todos santos, flor de

Las interacciones hombre-planta se ejemplifican en los usos medicinales, alimenticios u ornamentales y, en algunos casos, existe también el componente mágico-religioso

muerto, flor de las ánimas, etcétera. En cambio, otras especies que florecen en distintos meses del año están relacionadas con otras festividades populares tales como el Día de las Madres, de la Virgen de Guadalupe y las fiestas patronales de los pueblos. En los mercados de varias ciudades mexicanas se venden flores silvestres de *Laelia*, por lo general, a precios muy bajos.<sup>4</sup> Además de su importancia ornamental, antiguamente también se aprovechaban las cualidades adhesivas del mucílago, el cual se extraía para

emplearse en el arte plumario prehispánico y la confección de figuras religiosas de caña.<sup>5</sup>

### EL INTERÉS POR LA MONJITA BLANCA

En 1832, el Conde Karwinski descubrió, por su color, la *Laelia albida*, en el estado de Oaxaca, y este hallazgo fue posible gracias a la notoriedad en el contraste con el color de las demás especies hasta entonces conocidas; en general: flores rosadas o lilas. Esta especie tiene una amplia distribución, desde Sinaloa hasta Oaxaca, motivo por el cual no parece estar en riesgo; de hecho no está incluida en la NOM, ni en el apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Flora y Fauna Silvestre (CITES). No obstante, debido a un proceso de sobreexplotación y deterioro del hábitat, otras orquídeas del mismo género ya se encuentran en los listados de la NOM, como *Laelia gouldiana* (P\*),<sup>6</sup> del estado de Hidalgo y *Laelia anceps* sbsp. *Dawsoni* f. *chilapensis* (P\*) del estado de Guerrero, en donde aparentemente son inexistentes, pues se encuentran sólo en los huertos de poblados próximos al hábitat original, después de haber sido sometidas a un uso similar al de *Laelia albida*.

A lo largo de su distribución en el país, esta orquídea se encuentra predominantemente en bosques de encinos. En el Valle de Zapotitlán y otras zonas pequeñas de Puebla y Oaxaca, la monjita blanca crece en condiciones de mayor aridez que en el resto de su zona de distribución, lo que motiva aún más el interés de conocer el estado vigente de la constitución genética que guarda esta población. Por otro lado, la información acerca de la monjita blanca, en general, es escasa.

Ante esta perspectiva, se realizó un estudio con el propósito de conocer la situación actual de la población de *Laelia albida* en el Valle de Zapotitlán, a fin de aportar datos que ayuden a desarrollar planes de conservación.

### INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE UN RECURSO BIOLÓGICO

#### Distribución regional

Con el objetivo de conocer la distribución regional de la especie se recopiló e integró información tanto bibliográfica como de herbarios, además de la recabada por comunicación directa con los pobladores. Asimismo, se realizó la observación del grado de manejo etnobotánico de la monjita blanca en



**Figura 2.** Inflorescencia de monjita blanca (foto: Cesar A. Ordoñez).

los huertos familiares, de manera cotidiana y durante las celebraciones religiosas.

La distribución encontrada corresponde a la zona ubicada al suroeste del poblado de Zapotitlán, ya que aquí las condiciones ambientales imperantes tienen menor aridez, y parecen favorecer el establecimiento de la especie, a diferencia de las condiciones del norte del valle, que son todavía más áridas. Se encontraron once sitios con individuos de la especie, ocho de los cuales correspondieron a sitios con plantas semicultivadas, y cuatro más a sitios con individuos silvestres.

#### ¿Dónde vive esta orquídea?

La monjita blanca crece en forma silvestre en áreas montañosas desde Sinaloa hasta Oaxaca, principalmente sobre árboles de encino (forma de vida epífita) y de manera ocasional sobre rocas o peñascos (forma de vida litófito). Esta última condición se ha reportado sólo en algunas localidades, en las que crece de ambas formas.

Los datos recabados sobre ejemplares de herbario dentro del Valle de Zapotitlán Salinas indicaron sólo dos sitios con individuos semicultivados, que crecen en árboles

de mezquite y zapote blanco. Una de las aportaciones de esta investigación es el dato de que *Laelia albida* también crece sobre otros árboles (pirul, amate, tempesquistle, xoconostle, sotol, sotolín y encino), tanto en forma semicultivada como silvestre; se sabe que para los individuos silvestres predomina el tipo de vida litófito. Esta diversificación de los soportes probablemente le ha ayudado a sobrevivir en las condiciones de semiaridez de la zona.



**Figura 3.** Presencia de las flores de *monjita blanca* en una ofrenda religiosa.

**Figura 4.** Colonias de *monjita blanca* silvestres creciendo como litófito (sobre peñascos), indicadas con las flechas.

### Categoría etnobotánica y usos

Los especialistas etnobotánicos han propuesto categorizar las prácticas de manejo tradicional de las plantas. Estas categorías se basan en los tratamientos que los lugareños dan a las plantas que perciben como recursos.<sup>7</sup>

En el caso de la monjita blanca, el grado de manejo individual corresponde a la categoría de *silvestre trasplantado-fomentado*, debido a que la gente de la región trasplanta los propágulos, camotitos o melcuatitos (pseudobulbos), llevándolos de los lugares donde crecen en forma silvestre a sus huertos; una vez instalados en ellos, las plantas no reciben ningún cuidado ni manejo especial y, sólo de manera eventual, se lleva a cabo un intercambio de material. Sin embargo la formación de grandes colonias de monjita blanca propicia ocasionalmente el desprendimiento de éstas y, en caso extremo, la caída del árbol. Estas orquídeas se pierden al no ser reubicadas en otros soportes y con ello desaparece su aporte a la variación de la especie. Así, desde el punto de vista etnobotánico, los huertos familiares también son

una forma de manejo integral de la vegetación. Durante la investigación, los pobladores señalaron que sus antecesores, residentes del Valle, empleaban las flores como remedio contra malestares auditivos, y el camotito se podía consumir como fruta fresca. En la actualidad estos usos se han relegado, y prevalecen únicamente los ornamentales y ceremoniales.

### Diversidad genética

La variación o diversidad genéticas se representan con las diferencias en la constitución genética de los individuos de una población. La diversidad genética que se presenta en las poblaciones naturales permite entender cómo es que las especies se adaptan y evolucionan. Por lo tanto, la pérdida de esta variación puede reducir la capacidad de una población a adaptarse a los cambios de su ambiente.

Entre los principales factores de la variabilidad genética están la distribución geográfica, los sistemas de reproducción, las formas de vida y las características de dispersión del polen y de las semillas; todos estos influyen fuertemente en la estructura genética de las poblaciones naturales de plantas.<sup>8</sup>

Algunos de los métodos para evaluar la variación genética se basan en la observación de las características morfológicas; o bien, en los cambios en proteínas con actividades enzimáticas específicas (isoenzimas), entre otros.

Para detectar la diversidad en las poblaciones de la monjita blanca, se aplicó el sistema de marcadores moleculares RAPD, que se basa en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR por sus siglas en inglés), fundamentada en el mecanismo molecular de la replicación del ADN.

El sistema RAPD consiste en amplificar en forma aleatoria segmentos de ADN templado a partir de una sola secuencia corta de diez nucleótidos que se denomina cebador, y que funciona para la amplificación de ambas cadenas de ADN.<sup>9</sup> El análisis de los resultados obtenidos con este sistema proporcionó información sobre la cantidad y distribución de variación genética dentro y entre las poblaciones de *Laelia albida* en el Valle de Zapotitlán.

Con base en los resultados genéticos, se encontró que la variabilidad genética de la

## En 1832, fue descubierta *Laelia albida*, en Oaxaca; hallazgo posible gracias al contraste con el color de las demás especies: flores rosadas o lilas

población es escasa y que los individuos de los huertos se están aislando de los individuos silvestres, lo que sugiere una tendencia a la estructuración de la población.

Al analizar la variación genética tanto entre las poblaciones (sitios de colecta) como dentro de ellas, se encontró mayor variación dentro de las poblaciones que en la existente entre éstas. No se detectó flujo génico significativo, es decir, que la transferencia de material genético de los individuos entre sitios es casi nula.

A largo plazo, los efectos de cualquier tipo de manipulación de los recursos vegetales son muy diversos y, entre ellos, algunos de los más trascendentes son: disminución de la variación genética; cambios en la distribución geográfica de las poblaciones de las especies y, además, cambios en los sistemas de reproducción. Para el caso de monjita blanca en el Valle de Zapotitlán, todos los efectos mencionados se están observando en los resultados obtenidos.

Al establecerse nuevas poblaciones por intervención del ser humano, se estará pro-

moviendo que la selección natural opere en ellas de manera diferente que con las poblaciones silvestres y, finalmente, tratándose de especies trasplantadas, si los propágulos se derivan continuamente de aquellas poblaciones presentes en algún tipo de hábitat particular (los huertos), se estarán favoreciendo plantas cada vez más adaptadas a las condiciones ambientales, como en el caso de la monjita blanca. Estos datos validan la información etnobotánica acerca del intercambio de propágulos entre algunos huertos y sugieren la probable ruta de procedencia de sus colonias desde sitios silvestres.

### SISTEMAS DE CONSERVACIÓN *IN SITU* Y *EX SITU*

En el contexto del manejo y conservación de recursos biológicos, la información obtenida en estudios genéticos basados en marcadores moleculares, incluidos los RAPD, se utiliza para priorizar qué poblaciones deben ser enlistadas y protegidas. A fin de mantener la variabilidad genética de una especie es fundamental la conservación *in situ*, es decir, en el hábitat donde los organismos continúan



**Figura 5.** Flores y botones de *monjita blanca* sobre un árbol de mezquite.



**Figura 6.** Monjita blanca creciendo sobre xocostle.

los procesos de adaptación y evolución en condiciones naturales.

Existen también sistemas de conservación *ex situ* en donde, como el término lo indica, la finalidad es preservar organismos en un medio distinto a aquel en el cual evolucionaron y comienzan a adaptarse a uno nuevo. Una parte esencial en sistemas de conservación de germoplasma *ex situ* –como los bancos de semillas o almacenamiento a largo plazo a bajas temperaturas con una humedad relativa del ambiente de 45%–, es la ejecución de pruebas cuantitativas de germinación y crecimiento, a partir de las cuales se establece la viabilidad y longevidad de una muestra de semillas, y de este modo se obtiene el conocimiento con respecto a la capacidad de sobrevivencia de las mismas. En condiciones idóneas, este tipo de conservación minimiza el envejecimiento, evita la destrucción del material por factores bióticos y abióticos, disminuye la pérdida de viabilidad y

permite disponer de material para la reproducción e investigación de germoplasma silvestre.<sup>10</sup>

Otro sistema *ex situ* se realiza por medio del cultivo de tejidos vegetales, el cual se basa en la totipotencialidad celular para la obtención de plantas completas. En estas metodologías se pueden controlar relativamente los procesos morfogénéticos, fisiológicos y bioquímicos de los tejidos. El mantenimiento de células, tejidos u órganos ocurre en envases de vidrio (*in vitro*) en un medio artificial nutritivo.<sup>11</sup>

### PROPAGACIÓN A PARTIR DE SEMILLAS Y CAMOTITOS EN CONDICIONES NATURALES

La formación de las semillas tiene gran importancia en algunas plantas ya que son fuente de diversidad de las especies. Por ejemplo, la estructura de las flores en las orquídeas es compleja, por lo tanto, en los eventos de reproducción sexual los mecanismos de polinización y el comportamiento de los polinizadores se han vuelto específicos, en alto grado, para cada especie.

Las semillas de las orquídeas son muy pequeñas y el embrión, al carecer de suficientes reservas nutritivas, depende de la relación simbiótica con un hongo, que en muchos de los casos es también muy particular de cada especie; esta interacción es esencial, al menos durante las etapas de germinación y desarrollo temprano. La sobrevivencia de las plantas por semilla no siempre es exitosa, por lo que dichos organismos presentan un tipo de reproducción asexual, a través de brotes vegetativos.

En el trabajo que aquí se describe, se colectaron frutos con semillas de *Laelia albida* para detectar, por pruebas de viabilidad y germinación, embriones capaces de originar nuevas plantas tanto de individuos silvestres como de individuos fomentados en los huertos.

La viabilidad de las semillas se determinó con la reacción de cloruro de trifeníl tetrazolio (TTC) que tiñe de color rojo a los embriones viables.<sup>10</sup> Se encontró que en la mayoría de los huertos, los frutos exami-

Para mantener la variabilidad genética de una especie es fundamental la conservación *in situ*, donde los organismos continúan su adaptación y evolución en condiciones naturales

Pese a la protección de una especie, el uso tradicional sigue propiciando colectas intensivas en los sitios en los que crece en forma silvestre; de ahí la necesidad de buscar su reproducción

nados no contenían semillas con embriones viables; esto supone que la propagación se ha efectuado a través de la reproducción vegetativa, que incrementa notoriamente el tamaño de los ejemplares con el paso de los años, observándose el establecimiento de colonias voluminosas.

De manera contraria, en los individuos silvestres se encontraron semillas viables. Por lo tanto, parecería que su reproducción sexual en los huertos no se está efectuando de manera adecuada, lo cual favorece la propagación de la especie en forma vegetativa. Desde esta perspectiva, el desarrollo de frutos con semillas sin embrión requiere más estudios, ya que se la posibilidad de que tal fenómeno ocurriera por efecto de factores ecofisiológicos.

#### PROPAGACIÓN *IN VITRO* A PARTIR DE SEMILLAS Y EXPLANTES VEGETATIVOS

Para el establecimiento de condiciones de preservación del material biológico se germinaron semillas de *Laelia albida* almacenadas durante uno y dos años a 4 °C, a las cuales se les aplicó la prueba de TTC.

Las condiciones de germinación se efectuaron en dos versiones comerciales del medio selectivo Knudson C con un fotoperiodo de 16 h luz/8 h oscuridad y a 24° ± 2°C.

Se obtuvieron respuestas óptimas de germinación en una de las versiones del medio KC con doble concentración molar de calcio. Se adicionó a este medio el suplemento orgá-



**Figura 7.** Manejo de la *monjita blanca* entre pobladores de la región.

nico pulpa de papa, el cual permitió que se continuara el desarrollo de las plántulas formadas de la monjita blanca. Con estos procedimientos se inició el estudio de los dos lotes de semillas almacenadas a 4 °C.

La propagación por explantes vegetativos se realizó a partir de yemas basales en un medio Knudson modificado con reguladores de crecimiento y con aditivos orgánicos como papa y agua de coco, hasta obtener plantas completas de monjita blanca en el laboratorio.

#### DIVULGACIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE MANEJO DE LA ESPECIE Y DE SU CONSERVACIÓN ENTRE LOS POBLADORES DEL VALLE

Durante el desarrollo del proyecto se logró la sensibilización de los habitantes de las comunidades y su integración al trabajo de campo; se estableció así, un sistema de trabajo conjunto. La interacción con los pobladores de la región se vio retroalimentada cuando se les expusieron los resultados surgidos de este proyecto de investigación y de lo mucho que se aprendió de ellos y su recurso. Al ver que su intervención fue considerada muy valiosa y sin la cual hubiese sido muy difícil realizar el trabajo, los pobladores se sintieron motivados a involucrarse más con la responsabilidad de conservar su recurso.

Una forma sencilla de acercarse a un público interesado en conservar sus recursos, pero sin conocimientos técnicos especializados, implica la elaboración de



material de difusión como trípticos y carteles, entre muchos otros. Este material debe ser visualmente atractivo, reunir información clara de la investigación e incluir el conocimiento ancestral de los pobladores. Conforme surgió este material, se entregó a las diferentes localidades visitadas. Otras actividades de difusión consistieron en exposiciones y pláticas, en escuelas de diferentes niveles académicos, desde primarias hasta bachillerato, y al público en general de la región; la principal temática de los seminarios fue promover una nueva forma de relacionarse con sus recursos e inculcarles la responsabilidad de ser depositarios y usuarios de esa riqueza biológica.

La respuesta en general de la gente ha sido satisfactoria, ellos manifestaron su deseo de participar en las medidas de conservación *in situ* de su recurso, y son optimistas de las perspectivas económicas a partir de la propagación intensiva en huertos o viveros. En el proceso de conservación se vuelve fundamental establecer una estrecha colaboración entre la investigación científica y el uso práctico y racional de los pobladores. Y es así como se vislumbra sólo el principio de un largo camino hacia la conservación de nuestros recursos biológicos y nuestra riqueza cultural.



**Figura 8.** Plántula de *monjita blanca* obtenida a partir de yemas basales por regeneración *in vitro* (foto: César A. Ordoñez).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al comité científico de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán por los permisos y facilidades para realizar el estudio; a las autoridades y pobladores del municipio de Zapotitlán Salinas y de las comunidades de San Martín, San Juan Raya, Los Reyes Metzontla y Agua Mezquite. De igual manera al municipio de Caltepec y las comunidades Santiago Acatepec y Plan de San Miguel. A los integrantes de los laboratorios de Bioquímica Molecular y Cultivo de Tejidos Vegetales de la UBIPRO y Herbario de la FES-Iztacala. Este proyecto se realizó con el financiamiento del Programa PAPIIT-DGAPA, Proyecto IN220599.

## REFERENCIAS

1. *Diario Oficial de la Federación*. Lunes 16 de mayo de 1994, Núm. 10, México .
2. *Diario Oficial de la Federación*, 23 de febrero de 1988.
3. Valiente-Banuet, *et al.* "La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán". *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, México: 2000. 67, pp. 24-74.
4. Halbinger, F y M. A. Soto. "Laelias of México". *Orquídea*. Asociación Mexicana de Orquideología A. C. México: 1997, 160.
5. Martínez, C. F. *Pegamentos, gomas y resinas en el México prehispánico*. Resistol, S. A. México: 1970, pp. 69.
6. P\*: endémica en peligro de extinción.
7. Given, R. D y W. Harris. "Techniques and methods of ethnobotany", Lincoln, Canterbury, New Zealand, Commonwealth, Secretariat, 1994.
8. Loveless, M. D. y J. L. Hamrick. "Ecological determinants of genetic structure in plant population", *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 1984. Núm.15. pp. 65-95
9. Guadagnuolo, R.; D.S. Bianchi y F. Felber. "Specific genetic markers for wheat, spelt and four wild relatives: comparison of isozymes, RAPDs and wheat microsatellites", *Genome*, 2001, 44, 4. pp. 610-621.
10. Linington, H.S. y W.H. Pritchard. Gene banks, *Encyclopedia of Biodiversity*, Levin S, Academic Press, 2000, 23 p.
11. Arditti, J y R. Ernest. *Micropropagation of orchids*, John Wiley & Sons, New York: 1993. 682 p.

Leticia Santos Hernández es bióloga por la UNAM. Cuenta con experiencia en germinación asimbiótica de especies de orquídeas y en metodologías de cultivo de tejidos vegetales y en la aplicación y análisis de marcadores moleculares. FES-Iztacala. C. e.: atitla@yahoo.com.mx

Ernesto Aguirre León es doctor en biología por la UNAM. Ha sido miembro de la Comisión Dictaminadora

de Investigación y Posgrado y jefe del área de Morfofisiología Vegetal de su institución, miembro del Consejo Directivo de la Sociedad Botánica de México y presidente de la Asociación Mexicana de Orquideología, A. C. y profesor de carrera en la FES Iztacala, con una antigüedad C. e.:  
eall@servidor.unam.mx

Jorge Eduardo Campos Contreras es ingeniero bioquímico por el Instituto Tecnológico de Jiquilpan; maestro y doctor en Biotecnología de plantas por el CINVESTAV. Es profesor en la FES Iztacala Su línea de investigación es el uso de marcadores moleculares para la

estimación de la diversidad genética de plantas y animales en zonas áridas y semiáridas. C. e.:  
jcampos@servidor.unam.mx

Martha Martínez García obtuvo licenciatura y maestría en biología con especialidad en genética y biología molecular, en la Universidad Estatal de Odesa, "I. I. Mechnikov", República de Ucrania, así como la y el doctorado con especialidad en biotecnología de plantas, en el CINVESTAV. Sus líneas de investigación se basan en estudios de variación genética en plantas y análisis parentales de híbridos con marcadores moleculares. C. e.: martinem@servidor.unam.mx



Ventas y suscripciones: 5322 7700 • exts. 3504, 4822 y 8150  
cienciaydesarrollo@conacyt.mx • helix@conacyt.mx