

Del bosque al laboratorio: biotecnología aplicada a la conservación de orquídeas nativas de la península de Yucatán

Andrea Caroly Uitz-Montero

Laboratorio de Fisiología Molecular y Transformación
Genética de Plantas

Centro de Investigación Científica de Yucatán. A.C.

 0009-0009-0203-6561

Miguel Ángel Herrera-Alamillo

Laboratorio de Fisiología Molecular y Transformación
Genética de Plantas

Centro de Investigación Científica de Yucatán. A.C.

 0000-0001-9160-2389

Luis Carlos Rodríguez-Zapata

Laboratorio de Fisiología Molecular y Transformación
Genética de Plantas

Centro de Investigación Científica de Yucatán. A.C.

 0000-0002-4872-8231

Recibido: 9 de mayo de 2026 | Aceptado: 8 de junio de 2026 | Publicado en línea: 12 de junio de 2026 |

Resumen: Las orquídeas constituyen una de las familias de plantas más amenazadas del planeta debido a la destrucción de hábitat, el cambio climático y la cosecha ilegal. En la península de Yucatán, la deforestación ha eliminado cerca de 285,580 hectáreas de bosques entre 2019 y 2023, poniendo en riesgo a especies endémicas como *Cohniella yucatanensis*. Frente a este escenario, la germinación *in vitro* emerge como una estrategia biotecnológica clave, pues las semillas de orquídea presentan tasas de germinación natural del 2 al 5 % por su dependencia de micorrizas y condiciones específicas. Estudios muestran que la propagación *in vitro* alcanza porcentajes superiores al 47 % en especies protegidas como *Oncidium stramineum*. Sin embargo, la reintroducción de plántulas en ecosistemas distintos a su origen conlleva riesgos ecológicos: pérdida de adaptaciones locales, reducción de la variabilidad genética, ausencia de polinizadores y micorrizas específicas, e incluso potencial de invasión. Por tanto, aunque la germinación *in vitro* es una herramienta valiosa para la conservación *ex situ*, su traslado al hábitat natural exige investigación exhaustiva, selección genética diversa y monitoreo a largo plazo que garantice la integridad ecológica del ecosistema receptor.

Palabras clave: germinación *in vitro*; deforestación; reintroducción; extinción; endemismo.

Title: *From the Forest to the Laboratory: Biotechnology Applied to the Conservation of Native Orchids in the Yucatan Peninsula.*

Abstract: Among the most globally threatened plant families, orchids (*Orchidaceae*) hold a prominent place, which is mainly attributed to habitat transformation, loss due to climate change, and unauthorized extraction. In the Yucatán Peninsula, nearly 285,580 hectares of forests have been deforested from 2019 to 2023; thus, species like *Cohniella yucatanensis*, which is endemic to this region, are struggling for their survival. Given this scenario, *in vitro* germination emerges as a key biotechnological strategy, as orchid seeds exhibit natural germination rates of 2 to 5% due to their dependence on mycorrhizae and specific conditions. *In vitro* propagation has shown percentages higher than 47% for threatened and/or endangered species such as *Oncidium stramineum*. The reintroduction of *in vitro* seedlings to habitats different from their original ones can cause ecological alterations such as decreases in local adaptations, losses in genetic variability, absence of specific pollinators and mycorrhizae, and even potential invasion. Therefore, although *in vitro* germination is a useful technique for *ex situ* conservation, returning to the natural habitat involves a series of additional investigations, extensive genetic selection, and post-establishment monitoring to ensure the ecological balance of the new recipient ecosystem.

Keywords: *in vitro* germination; deforestation; reintroduction; extinction; endemism.

Cómo citar:

Uitz-Montero, A. C., Herrera-Alamillo, M. A., & Rodríguez-Zapata, L. C. (2026). Del bosque al laboratorio: biotecnología aplicada a la conservación de orquídeas nativas de la península de Yucatán. *Revista Multidisciplinaria de Ciencia Básica, Humanidades, Arte y Educación*, 4(18), 43-47. DOI 10.5281/zenodo.20655775 [[RIS](#)]

© Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

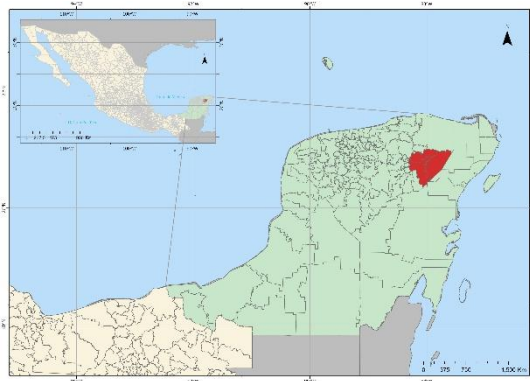
Introducción

Un patrimonio que se desvanece: orquídeas ante la crisis ambiental

¿Sabían que se han extinguido más plantas que mamíferos, aves y anfibios? Un estudio menciona que casi son 600 especies de plantas en estado silvestre las que se han extinguido. Incluso, se dice que la extinción de plantas con semillas está ocurriendo a un ritmo más acelerado que el de otras especies (Humphreys et al. 2019). Las orquídeas son de las familias más numerosas de plantas con flores, pero también se consideran de las más amenazadas debido a la destrucción de su hábitat, al cambio climático y la cosecha insostenible e ilegal. Este nivel de amenazas es alarmante y, de mismo modo, plantea un riesgo para su conservación (Fay 2018). En México, se está perdiendo la diversidad de orquídeas, ya que requieren de procesos ecológicos específicos que dominan en sus rasgos biológicos, lo que las hacen vulnerables. Además, el impacto humano en sus poblaciones y hábitats está causando extinciones y pérdidas de la variación genética de estas especies (Soto et al. 2007).

De acuerdo con la “Evaluación de la deforestación en península de Yucatán, período 2019 a 2023”, realizada por el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS 2024), durante ese período se han perdido alrededor de 285,580 hectáreas de terrenos forestales en la región. Esta cifra representa un poco menos de la superficie total de los municipios de Temozón, Valladolid y Chemax juntos (Figura 1); equivalentes a 71,395 hectáreas anuales. Lo anterior resulta ser problemática para las poblaciones de orquídeas presentes en estos ecosistemas. Por lo tanto, el presente escrito pretende generar conciencia de que, a pesar de la pérdida de los hábitats naturales, y ante la creciente demanda por espacios urbanos, agrícolas, entre otros, en la península de Yucatán, existe una herramienta biotecnológica a través de la germinación in vitro de semillas de orquídeas como una estrategia factible para establecer un programa de conservación.

Fig. 1. Mapa de la península de Yucatán, en donde se representa las 285,580 hectáreas deforestadas en un periodo de cuatro años (2019-2023), según lo reportado por CCMSS, lo que equivaldría un poco menos de la superficie territorial de los municipios de Temozón, Valladolid y Chemax del estado de Yucatán indicados en rojo. Realizado por: Peña-Lara Víctor Alexis.



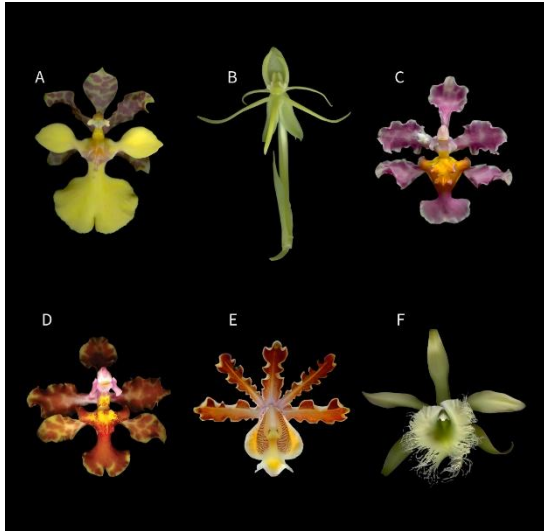
Se conocen alrededor de 1,260 especies de orquídeas distribuidas por todo el territorio mexicano; sin embargo, solo el 40% pertenece a especies endémicas (Dressler 2005). Según los datos reportados por Carnevalli et al. (2010) en la Península de Yucatán se concentra el 9.70% de la flora perteneciente a México. Además, se pueden encontrar 25 familias de plantas, destacando la familia *Orchidaceae*, ya que se encuentra entre las cuatro más abundantes, debido a que existen 65 géneros de orquídeas distribuidas en todo su territorio. En la Tabla 1 se describen las orquídeas consideradas como endémicas de la Península de Yucatán. Asimismo, en la Figura 2 se presentan la morfología de las flores de estas especies endémicas.

Las orquídeas son un patrimonio de la naturaleza, por lo general son apreciadas por su valor ornamental debido a la variedad de sus flores, cuya morfología cambia entre sus distintos géneros e inclusive entre una misma especie. Por ejemplo, *Cohniella yucatanensis* puede presentar variación en la forma, posición y tamaño de sus lóbulos, así como en el callo del labelo, puesto que existe una variación en color, pudiendo ir desde blanco-amarillo con manchas café o rojizas hasta completamente rojizo o amarillo-verdoso. Estas variaciones posiblemente se relacionan con los polinizadores o es resultado de sus adaptaciones para ser fecundada (Cetzal-Ix 2014).

Tabla 1. Orquídeas endémicas de la Península de Yucatán.

Género	Especie
<i>Cohniella</i>	<i>yucatanensis</i>
<i>Habenaria</i>	<i>león-ibarrae</i>
<i>Lophiaris</i>	<i>andrewsiae</i>
<i>Lophiaris</i>	<i>tapiae</i>
<i>Myrmecophila</i>	<i>christinae</i>
<i>Rhyncholaelia</i>	<i>digbyana</i>

Fig. 2. Morfología floral de las orquídeas endémicas de la Península de Yucatán: A) *Cohniella yucatanensis*, B) *Habenaria león-ibarrae*, C) *Lophiaris andrewsiae*, D) *Lophiaris tapiae*, E) *Myrmecophila christinae* y F) *Rhyncholaelia digbyana*.



Muchas orquídeas presentan rasgos evolutivos que les permiten sobrevivir y reproducirse en su entorno. Existen especies que tienen la habilidad de autopolinizarse y otras poseen mecanismos para atraer a los polinizadores. Algunos registros mencionan el fenómeno de pseudo copulación, en donde el polinizador es atraído por la orquídea con señales que imitan la feromona de las hembras receptivas (Nilsson 1992). Esta es una interacción necesaria porque la orquídea depende del polen, pero no provee nada para el insecto, un ejemplo de este caso es el de la orquídea *Leporella fimbriata* con el insecto *Myrmecia urens* (Kolanowska et al. 2021). Por otra parte, existen especies de orquídeas que se consideran importantes, debido a que poseen propiedades medicinales, como lo es *Prosthechea michuacana* que, ha sido objeto de estudio por sus compuestos químicos y farmacológicos que permiten contrarrestar ciertos padecimientos renales (Vega et al. 2015).

El milagro y el obstáculo: por qué las semillas de orquídea no germinan solas

En hábitat natural las semillas de orquídea requieren de condiciones específicas en cuanto a temperatura y humedad, así como la presencia de micorrizas para poder germinar. Debido a lo anterior el porcentaje de germinación es demasiado bajo, si se considera que cada capsula contiene millones de semillas y que además también influye la madurez que esta tenga, lo cual varía dependiendo de la especie. Se ha reportado que la tasa de

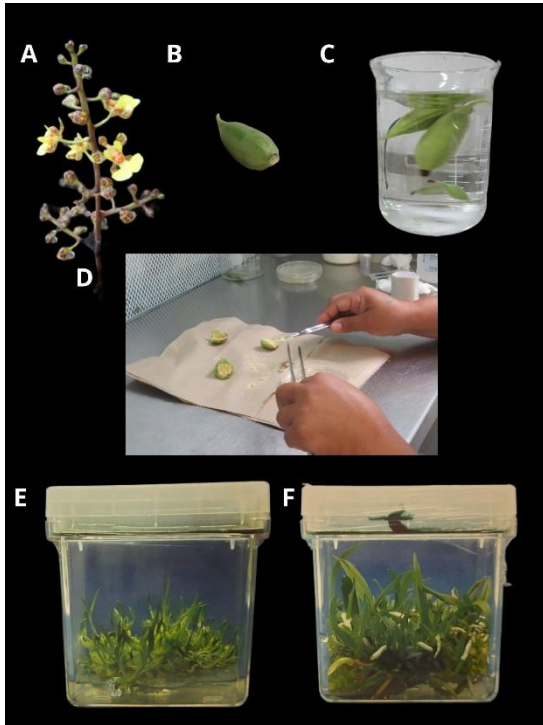
germinación de las semillas de orquídeas en la naturaleza es del 2 al 5% (Rao 1977).

La situación actual da la pauta en buscar alternativas como la germinación *in vitro* para la propagación de orquídeas. Lo anterior se plantea como una estrategia biotecnológica sin necesidad de que exista una simbiosis con micorrizas. La finalidad de utilizar esta alternativa es mantener condiciones asépticas y controladas, que permitan reproducir el mayor número de plántulas y de mismo modo se pueda conservar la variabilidad genética. Para ello, hay que entender que cada semilla es un individuo diferente, por lo que establecer un sistema en el que se puedan controlar sus condiciones ambientales, así como, proveer los nutrientes indispensables para su germinación, crecimiento y desarrollo resulta ser un panorama favorable. Es necesario mencionar que esta técnica ha revolucionado desde que Knudson (1922) ideó un método para germinar semillas de orquídea en condiciones estériles por medio del uso de distintas concentraciones de azúcares.

De la probeta al invernadero: la germinación *in vitro* como estrategia de rescate.

En distintos escritos se ha observado que el porcentaje de germinación aumenta con el establecimiento *in vitro*. Un ejemplo, es la propagación de *Oncidium stramineum* Lindl., la cual es una orquídea endémica de México protegida por la NOM-059-ECOL-2001 y cuyo resultado máximo de la germinación fue de un 47.69% (Flores-Escobar et al. 2008). Para comparar información con otra especie, existe el caso de *Sobralia macrantha* Lindl., considerada como una orquídea de carácter terrestre y nativa de México, en la que se reportó un máximo de 70% de germinación (Ruiz 2020). Estas cifras permiten ver las ventajas que se tienen tomando en cuenta los datos de germinación en hábitat natural. En el Centro de Investigación Científica de Yucatán también se ha trabajado con la micropropagación de orquídeas (figura 3), por lo que muestra compromiso con la preservación de estas especies amenazadas.

Fig. 3. Fases de la micropropagación de orquídeas. A) Planta de *Cyrtopodium macrobulbon*, B) capsula indehiscente de *C. macrobulbon*, C) Desinfestación de la capsula en etanol al 70% durante 20 minutos, D) Inoculación de las semillas de *C. macrobulbon* en medio de Murashige y Skoog (MS) a mitad de fuerza iónica, E) Desarrollo del cormo de la semilla a plántula *in vitro*, F) Fase de multiplicación de las plántulas generadas a los tres meses en el medio MS a un cuarto de su fuerza iónica, G) Fase de maduración de las plántulas a los 5 meses de inducidas en medio Knudson a la mitad de su fuerza iónica y de fuerte de carbono.



El regreso más complejo: riesgos ecológicos de la reintroducción

Además, se ha de considerar la germinación *in vitro* como el primer paso de todo el proceso, ya que el resultado final es obtener individuos sanos que pasen por un sistema de aclimatación y les permita resistir las condiciones *ex vitro*, para finalmente ser reintroducidas a su habitat natural. La germinación *in vitro* de orquídeas endémicas de la península de Yucatán representa una herramienta valiosa para la conservación de estas especies amenazadas. Sin embargo, la reintroducción de individuos propagados mediante esta técnica en ecosistemas diferentes a su hábitat original plantea desafíos significativos y potenciales riesgos ecológicos que deben ser cuidadosamente considerados.

En primer lugar, las orquídeas, como muchas otras plantas, desarrollan adaptaciones locales específicas a su entorno inmediato. Estas adaptaciones pueden incluir resistencia a patógenos locales, simbiosis con polinizadores específicos, y mecanismos de tolerancia a condiciones edáficas y climáticas particulares (Swarts y Dixon 2009). La introducción de individuos propagados *in vitro* en ecosistemas diferentes, aunque sean geográficamente cercanos, puede resultar en una falta de estas adaptaciones cruciales, comprometiendo la supervivencia y el éxito reproductivo de las plantas reintroducidas.

Además, la diversidad genética juega un papel fundamental en la resiliencia y adaptabilidad de las

poblaciones de orquídeas. Los individuos propagados *in vitro* a menudo provienen de un número limitado de semillas o tejidos, lo que puede resultar en una base genética estrecha. Esta limitación genética puede hacer que las poblaciones reintroducidas sean más vulnerables a enfermedades, cambios ambientales y otros factores de estrés (Seaton et al. 2010).

Ciencia con cautela: hacia una conservación *ex situ* y responsable

Por otro lado, la introducción de especies en nuevos ecosistemas, incluso si se trata de la misma especie, puede tener consecuencias ecológicas imprevistas. Existe el riesgo de que las plantas reintroducidas se conviertan en invasoras, alterando el equilibrio ecológico del nuevo hábitat. Aunque esto es menos común en orquídeas, existen casos documentados de orquídeas que se han vuelto invasoras en nuevos entornos (Ackerman 2007).

Es crucial reconocer que cada ecosistema es único, con complejas interacciones entre especies y factores abióticos que se han desarrollado a lo largo de milenios. La introducción de nuevos individuos, incluso de especies nativas, puede perturbar estas delicadas relaciones ecológicas. Por ejemplo, las orquídeas tienen relaciones simbióticas específicas con hongos micorrízicos y polinizadores, que pueden no estar presentes en el nuevo hábitat (Dearnaley et al. 2016).

En conclusión, mientras que la germinación *in vitro* es una herramienta biotecnológica valiosa para la conservación *ex situ* de orquídeas endémicas de Yucatán, la reintroducción de estas plantas en ecosistemas diferentes debe abordarse con extrema precaución. Es fundamental que los programas de reintroducción se basen en investigaciones exhaustivas sobre la ecología de la especie, la genética de las poblaciones y las características del ecosistema receptor. Además, se deben implementar protocolos de monitoreo a largo plazo para evaluar el impacto de las reintroducciones en el ecosistema en su conjunto.

Agradecimientos Al Dr. Germán Carnevali Fernández Concha por asesorarnos y proporcionar el listado de las especies de orquídeas endémicas de la península de Yucatán, de mismo modo agradecer al M en C Víctor Alexis Peña Lara por la realización del mapa.

Fuentes de financiamiento Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) de México, con el proyecto CF-2023-G-636.

Referencias

- Ackerman, J. D. (2015). Invasive orchids: weeds we hate to love? *Lankesteriana: International Journal on Orchidology*, 7(1-2), 19–21.
<https://doi.org/10.15517/lank.v7i1-2.18386>
- Cetzal-Ix, W. (2014). *Cohniella yucatanensis* (Orchidaceae), una especie endémica y vulnerable en la Península de Yucatán. *Desde el Herbario CICY*, 6, 84–87.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. (3 de mayo de 2024). *Deforestadas más de 285 mil hectáreas en la península de Yucatán en los últimos cuatro años*. CCMS.
<https://ccms.org.mx/category/blog/amenazas-al-territorio/>
- Dearnaley, J., Perotto, S., & Selosse, M. A. (2016). Structure and development of orchid mycorrhizas. En *Molecular Mycorrhizal Symbiosis* (pp. 63–86). Wiley-Blackwell.
<https://doi.org/10.1002/9781118951446.ch5>
- Dressler, R. L. (2005). How many orchid species? *Selbyana*, 26(1-2), 155–158.
- Fay, M. F. (2018). Orchid conservation: how can we meet the challenges in the twenty-first century? *Botanical Studies*, 59(1), Artículo 16.
<https://doi.org/10.1186/s40529-018-0232-z>
- Fernández-Concha, G. C., Tapia-Muñoz, L. J., Duno-Stefano, R., & Ramírez-Morillo, I. (2010). *Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.
- Flores-Escobar, G., Legaria-Solano, J. P., Gil-Vásquez, I., & Colinas-León, M. T. (2008). Propagación *in vitro* de *Oncidium stramineum* Lindl., una orquídea amenazada y endémica de México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 14(3), 347–353.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000300017
- Humphreys, A. M., Govaerts, R., Ficinski, S. Z., Lughadha, E. N., & Vorontsova, M. S. (2019). Global dataset shows geography and life form predict modern plant extinction and rediscovery. *Nature Ecology & Evolution*, 3(10), 1443–1447.
<https://doi.org/10.1038/s41559-019-0906-2>
- Knudson, L. (1922). Nonsymbiotic germination of orchid seeds. *Botanical Gazette*, 73(1), 1–25.
<https://doi.org/10.1086/332956>
- Knudson, L. (1946). A new nutrient solution for germination of orchid seed. *American Orchid Society Bulletin*, 15(5), 214–217.
- Kolanowska, M., Michalska, E., & Konowalik, K. (2021). The impact of global warming on the niches and pollinator availability of sexually deceptive orchid with a single pollen vector. *Science of The Total Environment*, 795, Artículo 148850.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148850>
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473–497.
<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Nilsson, L. A. (1992). Orchid pollination biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 7(8), 255–259.
[https://doi.org/10.1016/0169-5347\(92\)90170-G](https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90170-G)
- Rao, A. (1997). Tissue culture in the orchid industry. En A. Rao (Ed.), *Applied and Fundamental Aspects of Plant Cell, Tissue, and Organ Culture* (pp. 44–69). McGraw-Hill.
- Ruiz, A. (2020). *Germinación asimbiótica in vitro de Sobralia macrantha Lindl. una orquídea terrestre nativa de México* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de la UNAM.
- Seaton, P. T., Hu, H., Perner, H., & Pritchard, H. W. (2010). Ex situ conservation of orchids in a warming world. *The Botanical Review*, 76(2), 193–203.
<https://doi.org/10.1007/s12229-010-9048-6>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (6 de marzo de 2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación.
https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=735036
- Soto-Arenas, M. A., Solano-Gómez, R., & Hagsater, E. (2007). Risk of extinction and patterns of diversity loss in Mexican orchids. *Lankesteriana: International Journal on Orchidology*, 7(1-2), 114–121.
<https://doi.org/10.15517/lank.v7i1-2.18448>
- Swarts, N. D., & Dixon, K. W. (2009). Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. *Annals of Botany*, 104(3), 543–556.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcp025>
- Vega, H., Mó, E., Cetzal-Ix, W., & Carpenter, J. (2015). Usos tradicionales y medicinales de la orquídea matasequí (*Prosthechea michuacana*) en Honduras. *Desde el Herbario CICY*, 7, 94–98.