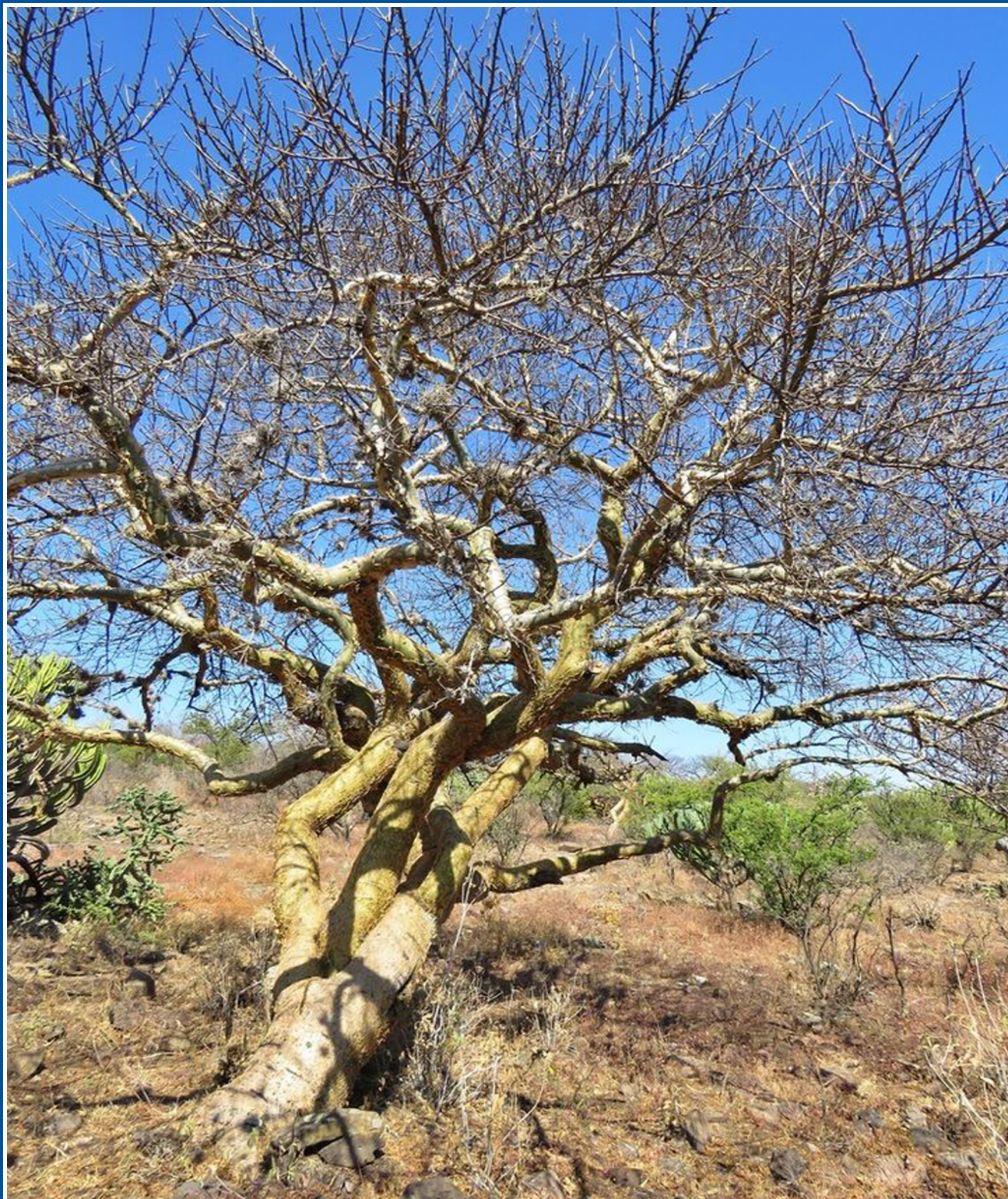


# POLIBOTÁNICA

ISSN 1405-2768

ISSN 2395-9525



Núm. 60

 **CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
Y CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Julio 2025

## PÁG. CONTENIDO

- 1 *Mammillaria scoria* (cactaceae) una nueva especie de Querétaro, Mexico  
*Mammillaria scoria* (Cactaceae) a new species from Querétaro, México  
Pedro González-Zamora | David Aquino | Daniel Sánchez
- 15 Revisión del género *Karwinskia* (Rhamnaceae) en México  
Review of the *Karwinskia* genus (Rhamnaceae) in mexico  
Rafael Fernández Nava | Maria de la Luz Arreguín Sánchez
- 39 Diversidad florística de las áreas verdes urbanas de Miahuatlán, una ciudad pequeña de Oaxaca, México  
Floristic diversity of the urban green areas of Miahuatlán, a small city from Oaxaca, Mexico  
Víctor Gutiérrez Pacheco | Deisy Coromoto Rebolledo López
- 61 Caracterización morfológica de especies del género *Hylocereus* (Cactaceae) en una unidad de cultivo localizada en Molcaxac, Puebla, México  
Morphological characterization of species of the genus *Hylocereus* (Cactaceae) in a cultivation unit located in Molcaxac, Puebla, Mexico  
Vianey del Rocio Torres Pelayo
- 79 Estandarización del proceso de diafanización vegetal en las especies: *Adiantum pedantum* L. (Pteridaceae), *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott (Nephrolepidaceae) y una Spermatophyta *Pyracantha koidzumii* Hayata Rehder Rosaceae  
Standardization of the plant diaphanization process; of *Adiantum pedantum* L. (Pteridaceae), *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott (Nephrolepidaceae) and one Spermatophyta *Pyracantha koidzumii* Hayata Rehder (Rosaceae)  
Ruth Concepción Márquez Juárez | Arantxa Chowell-López | Diego Martínez Mata | Gabriela Sánchez Fabila Sánchez Fabila | Roberto Moreno Colín | Pilar Amellali Badillo-Suárez | Irma Estrella Beatriz Manuell Cacheux | Rogelio Monterrubio Valdivia
- 91 Análisis de la estructura de un bosque en una región del suroeste del estado de Durango  
Analysis of the structure of a forest in a southwestern region of the state of Durango  
Manuel Antonio Díaz-Vásquez | Pedro Antonio Domínguez-Calleros | Norberto Domínguez-Amaya | Héctor Manuel Loera-Gallegos | Jesús Alejandro Soto-Cervantes
- 107 Estructura y diversidad arbórea de una selva mediana perennifolia en el complejo ecoturístico Agua Selva, Tabasco, México  
Tree structure and diversity of a medium evergreen forest in the Agua Selva ecotourism complex, Tabasco, Mexico  
Manuel Pérez de la Cruz | Josué García León | José del Carmén Gerónimo Torres | Facundo Sánchez Gutiérrez | Miguel Alberto Magaña Alejandro | Aracely de la Cruz Pérez
- 123 Diversidad del sotobosque; un atributo de evaluación en reforestaciones utilizadas como estrategias de restauración forestal  
Understory diversity; an evaluation attribute in reforestations used as a forest restoration strategy  
Francisca Ofelia Plascencia Escalante | Isidoro Herrera Ávila | Marlin Pérez Suárez | Patricia Hernández De La Rosa | Gregorio Ángeles Pérez
- 141 Estructura y diversidad arbórea bajo dos esquemas de manejo forestal e influencia de la orientación geográfica en un bosque de Durango, México  
Tree structure and diversity under two forest management schemes and the influence of geographic orientation in a forest in Durango, Mexico  
José de Jesús Graciano Luna | Eduardo Alanís Rodríguez | Oscar Aguirre Calderón | César Martín Cantú Ayala | José Yerená Yamallé | Cristian Martínez Adriano | José Luján Soto
- 163 Reserva de carbono orgánico y nitrógeno en Luvisol bajo diferentes usos de suelo en Oaxaca, México  
Organic carbon and nitrogen reserve in Luvisol under different land uses in Oaxaca, México  
Celestino Sandoval García | Israel Cantú Silva
- 177 Estimación de carbono a nivel árbol individual en bosque natural mediante vehículos aéreos no tripulados (VANT)  
Carbon estimation at individual tree level in natural forest using unmanned aerial vehicles (UAV)  
Jaime Briseño Reyes | Susana Isabel Hinojosa-Espinoza | José Javier Corral-Rivas | Jesús Aguirre-Gutiérrez | Daniel José Vega-Nieva | Héctor Manuel De los Santos Posadas
- 199 Variación morfométrica y espacial urbana de tres especies arbóreas en función del ancho de camellón en calles de la ciudad de San Luis Potosí, México  
*Morphometric and urban spatial variation of three tree species in relation to street median width in the city of San Luis Potosí México*  
Andrea Candia Lomelí | Carlos Renato Ramos Palacios | Jonathan Hammurabi González Lugo | Fredy Alexander Alvarado Roberto
- 229 Descripción inicial de la fenología de *Quercus durifolia* Seemen ex Loes. árbol endémico de la Sierra Madre Occidental  
Initial description of the phenology of *Quercus durifolia* Seemen ex Loes. endemic tree of the Sierra Madre Occidental  
Rosa Elvira Madrid Aispuro | José Ángel Prieto Ruiz | Arnulfo Aldrete | Silvia Salcido Ruiz | Eduardo Daniel Vivar Vivar | Laura Elena Martínez Nevárez
- 245 Registro polínico en miel de *Apis mellifera* L. de dos localidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México  
Pollen record on honeybee honey of *Apis mellifera* L. of Sierra of Manantlan Biosphere Reserve, Jalisco, México  
Xochilt Morales Najarro | Iris Grisel Galván Escobedo | Monserrat Vázquez Sánchez | Montserrat Medina Acosta

PÁG.

CONTENIDO

- 263 Efecto de complejos orgánicos en la micropropagación de *Phalaenopsis* var. Dudu  
Effect of organic complexes on micropropagation of *Phalaenopsis* var. Dudu  
Amaury Arzate Fernández | Sandra Martínez Martínez | Tomás Norman Mondragón | María Mariezcurrena Berazain | Arely Piña Sampedreño
- 273 Evaluación de las respuestas de tres variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) inoculadas con bacterias cuando se cultivan en condiciones de estrés por aguas residuales y sulfato de cobre.  
Evaluation of the responses of three tomato varieties (*Solanum lycopersicum* L.) inoculated with bacteria when grown under stress conditions due to wastewater and copper sulfate  
Abdul Khalil Gardezi | Leticia Manuela Inzunza Medina | Guillermo Carrillo Castañeda | Hector Manuel Ortega Escobar | oscar raul mancilla villa | Juan Enrique Rubiños Panta | Jorge flores Velazquez | Mora Meraz Maldonado | Sergio Roberto Marquez Berber | Hector Flores Magdaleno | Gabriel Haro Aguilar
- 291 Especies de *Meloidogyne* asociadas a cultivos hortícolas en el Valle de Tepeaca, Puebla, México  
Perineal patterns and isozyme phenotypes for the identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in vegetables from the Tepeaca Valley, Puebla, Mexico  
María Gabriela Medina Canales | Ana Karen Alquicira Jimenez | Norma García Aguilar | Ilia Mariana Escobar Ávila | Alejandro Tovar Soto
- 307 Efecto de las propiedades físicas y químicas del suelo en el estado nutrimental del nopal-verdura (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill variedad Milpa Alta  
Effect of soil physical and chemical properties on the nutritional status of nopal-vegetable (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill variety Milpa Alta  
Bertha Patricia Zamora Morales | Aurelio Báez Pérez | Leticia Bonilla-Valencia | Jorge Artemio Zegbe Domínguez | Marisela Cristina Zamora Martínez | Abel Quevedo-Nolasco
- 325 Evaluación fitoquímica de extractos de la resina de *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.  
Phytochemical evaluation of resin extracts of *Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.  
Luis Antonio Flores-Hernández | Fanny Imelda Pastenes-Felizola | Fanny Imelda Pastenes-Felizola | Jose Luis Díaz-Núñez | Pablo Noé Núñez-Aragón
- 337 Callogénesis y análisis fitoquímico de *Euphorbia nutans* Lag.  
Callogenesis and phytochemical analysis of *Euphorbia nutans* Lag.  
Daniel Aguilar Jiménez | Benito Reyes Trejo | José Luis Rodríguez De la O | Juan Martínez Solís
- 355 Evaluación de dos métodos de desinfección de sustratos para la producción de *Pleurotus ostreatus*  
Evaluation of two substrate disinfection methods for the production of *Pleurotus ostreatus*  
Rosa Elena Hernández Hernández | Veronica Rosales Martinez | Carolina Flota Bañuelos | Mónica Leticia Osnaya González | Porfirio Morales Almora
- 367 Conservación genómica de dos especies del orden Asparagales con cariotipo bimodal, empleando hibridación genómica *in situ* (GISH)  
Genomic conservation of two species of the order Asparagales with bimodal karyotype, using genomic *in situ* hybridization (GISH)  
María José García Castillo | Luis Carlos Rodríguez Zapata | Lorenzo Felipe Sanchez Teyer
- 381 Prácticas de manejo para la producción de (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) en productores del Municipio de Pungarabato, Guerrero, México  
Management practices for the production of (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) in producers of the Municipality of Pungarabato, Guerrero, Mexico  
Jaime Olivares | Santos Rodríguez Mejía | Saúl Rojas Hernández | Teolincacihualt Romero Rosales | Miguel Ángel Damian Valdéz | Vania Jiménez Lobato | Lucero Sarabia Salgado
- 395 Manejo del ramón *Brosimum alicastrum* Sw. en huertos familiares de Tzucacab, Yucatán, México  
Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) management in home gardens of Tzucacab, Yucatán, México  
Rosalba Esther Mex Mex | Juan José Jiménez Osornio | Patricia Irene Montañez-Escalante | Héctor Estrada Medina | Guadalupe del Carmen Reyes Solis
- 411 Rescate y conservación del conocimiento tradicional sobre plantas medicinales en la sierra de Taxco, Guerrero, México: El caso del Toronjil (*Agastache mexicana* subsp. *mexicana*)  
Rescue and conservation of traditional knowledge on medicinal plants in the Sierra de Taxco, Guerrero, Mexico: The case of Toronjil (*Agastache mexicana* subsp. *mexicana*)  
Judith Morales Barrera | Blas Cruz-Lagunas | Miguel Angel Gruintal-Santos | Mirna Vázquez-Villamar | Teolincacihualt Romero-Rosales | Saúl Rojas-Hernández | Tania de Jesús Adame Zambrano
- 441 Etnobotánica de los chiles silvestres en dos comunidades ch'oles de Tacotalpa, Tabasco, México  
Ethnobotany of wild chili peppers in two ch'ol communities of Tacotalpa, Tabasco, Mexico  
Guadalupe Morales Valenzuela | María Isabel Villegas Ramírez
- 459 Caracterización sensorial para la diferenciación de mezcal ancestral de dos zonas productoras de Oaxaca, México  
Sensory characterization for the differentiation of ancestral mezcal from two producing areas of Oaxaca, Mexico  
Susana Yareth López García | Anastacio Espejel García | Arturo Hernández Montes | Landy Hernández Rodríguez | Ariadna Isabel Barrera Rodríguez

# REVISTA BOTÁNICA INTERNACIONAL DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

## EDITOR EN JEFE

*Rafael Fernández Nava*

## EDITORIA ASOCIADA

*María de la Luz Arreguín Sánchez*

## COMITÉ EDITORIAL INTERNACIONAL

*Christiane Anderson*  
University of Michigan  
Ann Arbor, Michigan, US

*Delia Fernández González*  
Universidad de León  
León, España

*Heike Vibrans*  
Colegio de Postgraduados  
Estado de México, México

*José Angel Villarreal Quintanilla*  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Saltillo, Coahuila, México

*Hugo Cota Sánchez*  
University of Saskatchewan  
Saskatoon, Saskatchewan, Canada

*Luis Gerardo Zepeda Vallejo*  
Instituto Politécnico Nacional  
Ciudad de México, México

*Fernando Chiang Cabrera*  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad de México, México

*Claude Sastre*  
Muséum National d'Histoire Naturelle  
Paris, Francia

*Thomas F. Daniel*  
California Academy of Sciences  
San Francisco, California, US

*Mauricio Velayos Rodríguez*  
Real Jardín Botánico  
Madrid, España

*Francisco de Asis Dos Santos*  
Universidade Estadual de Feira de Santana  
Feira de Santana, Brasil

*Noemí Waksman de Torres*  
Universidad Autónoma de Nuevo León  
Monterrey, NL, México

*Carlos Fabián Vargas Mendoza*  
Instituto Politécnico Nacional  
Ciudad de México, México

*Julieta Carranza Velázquez*  
Universidad de Costa Rica  
San Pedro, Costa Rica

*José Luis Godínez Ortega*  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad de México, México

*Tom Wendt*  
University of Texas  
Austin, Texas, US

*José Manuel Rico Ordaz*  
Universidad de Oviedo  
Oviedo, España

*Edith V. Gómez Sosa*  
Instituto de Botánica Darwinion  
Buenos Aires, Argentina

*Edith V. Gómez Sosa*  
Instituto de Botánica Darwinion  
Buenos Aires, Argentina

*Dr. Juan Ramón Zapata Morales*  
Universidad de Guanajuato  
Guanajuato, México

*Jorge Llorente Bousquets*  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad de México, México

## DISEÑO Y FORMACIÓN ELECTRÓNICA

*Luz Elena Tejeda Hernández*

## OPEN JOURNAL SYSTEM Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

*Pedro Aráoz Palomino*

POLIBOTÁNICA, revista botánica internacional del Instituto Politécnico Nacional, incluye exclusivamente artículos que representen los resultados de investigaciones originales en el área. Tiene una periodicidad de dos números al año, con distribución y Comité Editorial Internacional.

Todos los artículos enviados a la revista para su posible publicación son sometidos por lo menos a un par de árbitros, reconocidos especialistas nacionales o internacionales que los revisan y evalúan y son los que finalmente recomiendan la pertinencia o no de la publicación del artículo, cabe destacar que este es el medio con que contamos para cuidar el nivel y la calidad de los trabajos publicados.

## INSTRUCCIONES A LOS AUTORES PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS

Se aceptarán aquellos originales que se ajusten a las prescripciones siguientes:

POLIBOTÁNICA incluye exclusivamente artículos que representen los resultados de investigaciones originales que no hayan sido publicados.

1. El autor deberá anexar una carta membretada y firmada dirigida al Editor, donde se presente el manuscrito, así como la indicación de que el trabajo es original e inédito, ya que no se aceptan trabajos publicados o presentados anterior o simultáneamente en otra revista, circunstancia que el autor(es) deberá declarar expresamente en la carta de presentación de su artículo.
2. Al quedar aceptado un trabajo, su autor no podrá ya enviarlo a ninguna otra revista nacional o extranjera.
3. Los artículos deberán estar escritos en español, inglés, francés o portugués. En el caso de estar escritos en otros idiomas diferentes al español, deberá incluirse un amplio resumen en este idioma.
4. Como parte de los requisitos del CONACYT, POLIBOTÁNICA ahora usa la plataforma del Open Journal System (OJS); para la gestión de los artículos sometidos a la misma. Así que le solicitamos de la manera más atenta sea tan amable de registrarse y enviar su artículo en la siguiente liga: [www.polibotanica.mx/ojs/index.php/polibotanica](http://www.polibotanica.mx/ojs/index.php/polibotanica)
  - a) cargar el trabajo en archivo electrónico de office-word, no hay un máximo de páginas con las siguientes características:
  - b) en páginas tamaño carta, letra times new roman 12 puntos a doble espacio y 2 cm por margen
5. Las figuras, imágenes, gráficas del trabajo deben estar incluidas en el documento de Word original:
  - a) en formato jpg
  - b) con una resolución mínima de 300 dpi y un tamaño mínimo de 140 mm de ancho
  - c) las letras deben estar perfectamente legibles y contrastadas
6. Todo trabajo deberá ir encabezado por:
  - a) Un título tanto en español como en inglés que exprese claramente el problema a que se refiere. El formato para el título es: negritas, tamaño 14 y centrado;
  - b) El nombre del autor o autores, con sus iniciales correspondientes, sin expresión de títulos o grados académicos. El formato para los autores es: alineados a la izquierda, cada uno en un párrafo distinto y tamaño 12. Cada autor debe tener un número en formato superíndice indicando a qué afiliación pertenece;
  - c) La designación del laboratorio e institución donde se realizó el trabajo. La(s) afiliación(es) debe(n) estar abajo del grupo de autores. Cada afiliación deberá estar en un párrafo y tamaño

12. Al inicio de cada afiliación estará el número en superíndice que lo relaciona con uno o más autor/es.

d) El autor para correspondencia deberá estar en el siguiente párrafo, alineado a la izquierda, tamaño 12.

7. Todo trabajo deberá estar formado por los siguientes capítulos:

a) RESUMEN y ABSTRACT. Palabras clave y Key Words. El resumen debe venir después de la afiliación de los autores, alineado a la izquierda, tamaño 12. La palabra “Resumen: / Abstract:” debe venir en negritas y con dos puntos. El texto del resumen debe empezar en el párrafo siguiente, tamaño 12 y justificado. El texto “Palabras clave / Key Words:” debe venir en negritas seguido de dos puntos. Cada una de las palabras clave deben estar separadas por coma o punto y coma, finalizadas por punto.

b) INTRODUCCIÓN y MÉTODOS empleados. Cuando se trate de técnicas o métodos ya conocidos, solamente se les mencionará por la cita de la publicación original en la que se dieron a conocer. El formato para todas las secciones en esta lista es: negritas, tamaño 16 y centrado.

c) RESULTADOS obtenidos. Presentación acompañada del número necesario de gráficas, tablas, figuras o diagramas de tamaño muy cercano al que tendrá su reproducción impresa (19 x 14 cm).

d) DISCUSIÓN concisa de los resultados obtenidos, limitada a lo que sea original y a otros datos relacionados directamente y que se consideren nuevos.

e) CONCLUSIONES.

## ESPECIFICACIONES DE FORMATO PARA EL CUERPO DEL TRABAJO

1. Secciones/Subtítulos de párrafo: Fuente tamaño 16, centrado, en negritas, con la primera letra en mayúscula.
2. Subsecciones/Subtítulos de párrafo secundarios : Fuente tamaño 14, centrado, en negritas, con la primera letra en mayúscula. Cuando existan subsecciones de subsección formatear en tamaño 13 negrita y centrado.
3. Cuerpo del texto: Fuente tamaño 12, justificado. NO debe haber saltos de línea entre párrafos.
4. Las notas de pie de página deben estar al final de cada página, fuente tamaño 12 justificadas.
5. Cita textual con mas de tres líneas: Fuente tamaño 12, margen izquierdo de 4 cm.
6. Título de imágenes: Fuente tamaño 12, centrado y en negritas, separado por dos puntos de su descripción. Descripción de las imágenes: tamaño 12.
7. Notas al pie de las imágenes: Fuente tamaño 12 y centradas con respecto a la imagen, la primera letra debe estar en mayúsculas.
8. Imágenes: deben estar en el cuerpo del texto, insertadas en formato png o jpg, a por lo menos 300 dpi de resolución y centradas. Las imagenes deben estar en línea con el texto. Se consideran imágenes: gráficos, cuadros, fotografías, diagramas y, en algunos casos, tablas y ecuaciones.
9. Tablas de tipo texto: El título de las columnas de las tablas debe estar en negritas y los datos del cuerpo de la tabla con fuente normal. Los nombres científicos deben estar en *italicas*. Se recomienda utilizar las Tablas como imágenes, estas deberán de ir centradas (a por lo menos 300 dpi de resolución).
10. Notas al pie de la tabla: Fuente tamaño 12 y centradas con respecto a la tabla, la primera letra debe estar en mayúsculas.
11. Ecuaciones pueden estar en Mathtype 1 o en imagen. En este último caso, seguir instrucciones del punto 8.
12. Citas del tipo autor y año deben estar entre paréntesis, con el apellido del autor seguido por el año (Souza, 2007), primera letra en mayúscula.

- 8. LITERATURA CITADA,** Se tomara como base el Estilo APA para las Referencias Bibliográficas, formada por las referencias mencionadas en el texto del trabajo y en orden alfabético. Es obligatorio utilizar Mendeley® (software bibliográfico). El propósito de utilizar este tipo de software es asegurar que los datos contenidos en las referencias están correctamente estructurados y corresponden a las citas del cuerpo del texto.

## **ESTRUCTURA Y FORMATO DE LOS AGRADECIMIENTOS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Los Agradecimientos deberán estar después de la última sección del cuerpo del texto. Esta información debe tener como título la palabra “Agradecimientos”, o su equivalente en otro idioma, en negritas, tamaño 12 y centrado. El texto de esta información debe estar en tamaño 12 justificado.
2. Las Referencias bibliográficas deben estar en orden alfabético sin salto de línea de párrafo, alineados a la izquierda, en tamaño 12.
3. Apéndices, anexos, glosarios y otros materiales deben incluirse después de las referencias bibliográficas. En caso de que estos materiales sean extensos deberán ser creados como archivos PDF.

## **9. REVISIÓN Y PUBLICACIÓN**

Todos los artículos enviados a la revista para su posible publicación serán sometidos a una revisión “doble ciego”, se enviarán por lo menos a un par de árbitros, reconocidos especialistas nacionales o internacionales que los revisarán y evaluarán y serán los que finalmente recomienden la pertinencia o no de la publicación del artículo, cabe destacar que este es el medio con que contamos para cuidar el nivel y la calidad de los trabajos publicados.

Una vez aceptado el trabajo, se cobrarán al autor(es) \$299 por página más IVA, independientemente del número de fotografías que contenga.

## **PUBLICATION GUIDELINES**

POLIBOTÁNICA, an international botanical journal supported by the National Polytechnic Institute, only publishes material resulting of original research in the botanic area. It has a periodicity of two issues per year with international distribution and an international Editorial Committee.

All articles submitted to POLIBOTÁNICA for publication are reviewed by at least a couple of referees. National or international recognized experts will evaluate all submitted materials in order to recommend the appropriateness or otherwise of a publication. Therefore, the quality of published papers in POLIBOTÁNICA is of the highest international standards.

### **FOR PUBLICATION OF ARTICLES**

Originals that comply with the following requirements will be accepted:

1. POLIBOTÁNICA includes only items that represent the results of original research which have not been published. The author should attach an official and signed letter to Editor stating that the work is original and unpublished. We do not accept articles published or presented before or simultaneously in another journal, a fact that the author (s) must expressly declare in the letter.
2. When an article has been accepted, the author can no longer send it to a different national or foreign journal.
3. Articles should be written in Spanish, English, French or Portuguese. In the case of be written in

languages other than Spanish, it should include an abstract in English.

4. The article ought to be sent to the POLIBOTÁNICA's Open Journal System <http://www.polibotanica.mx/ojs> in an office-word file without a maximum number of pages with the following features:

a) on letter-size pages, Times New Roman font type, 12-point font size, double-spaced and 2 cm margin

5. The figures, images, graphics in the article must be attached as follows:

a) in jpg format

b) with a minimum resolution of 300 dpi and a minimum size of 140 mm wide

c) all characters must be legible and contrasted

6. All articles must include:

a) a title in both Spanish and English that clearly express the problem referred to. The format for this section is: bold, font size 14 and centered.;

b) the name of the author or authors, with their initials, no titles and no academic degrees. The format for this section is: font size 12, aligned to the left, each name in a different paragraph but without spaces in-between and a superscript number indicating the affiliation;

c) complete affiliations of all authors (including laboratory or research institution). The format for this section is: font size 12, aligned to the left, each name in a different paragraph but without spaces in-between and a superscript number at the beginning of the affiliation;

d) correspondence author should be in the next paragraph, font size 12 and aligned to the left.

7. All work should be composed of the following chapters:

a) RESUMEN and ABSTRACT. Palabras clave y Key Words. The format for this section is: bold, font size 12 and centered. Both words (RESUMEN: and ABSTRACT:) must include a colon, be in bold and aligned to the left. The body of the abstract must be justified and in font size 12. Both palabras clave: and keywords: must include a colon, be in bold and aligned to the left. Keywords must be separated by a comma or semicolon, must be justified and in font size 12.

b) INTRODUCTION y METHODS. In the case of techniques or methods that are already known, they were mentioned only by appointment of the original publication in which they were released.

c) RESULTS. Accompanied with presentation of the required number of graphs, tables, figures or diagrams very close to the size which will be printed (19 x 14 cm).

d) DISCUSSION. A concise discussion of the results obtained, limited to what is original and other related directly and considered new data.

e) CONCLUSIONS. The format for sections Introduction, Results, Discussion and Conclusions is: bold, font size 16 and centered.

## FORMAT SPECIFICATIONS FOR THE BODY OF WORK

1. Sections: Font size 16, centered, bold, with the first letter capitalized.
2. Subsections / Secondary Subtitles: Font size 14, centered, bold, with the first letter capitalized. When there are second grade subsections format in size 13 bold and centered.
3. Body: Font size 12, justified. There should NOT be line breaks between paragraphs.
4. Footnotes should be at the bottom of each page, font size 12 and justified.
5. Textual quotation with more than three lines: Source size 12, left margin of 4 cm.
6. Image Title: Font size 12, centered and bold, separated by two points from its description. Description of the images: size 12.
7. Images Footnotes: Font size 12 and centered with respect to the image, the first letter must be in capital letters.
8. Images: must be in the body of the text, inserted in png or jpg format, at least 300 dpi resolution and centered. Images should be in line with the text. Graphs, charts, photographs, diagrams and, in some cases, tables and equations are considered images.
9. Text Tables: Only The title of the columns of the tables must be in bold. Scientific names must be in italics. It is recommended to use the Tables as images, they should be centered (at least 300 dpi resolution).
10. Footnotes: Font size 12 and centered with respect to the table, the first letter must be in upper case.
11. Equations can be in Mathtype 1 or in image. In the latter case, follow the instructions in point 8.
12. Quotations of the author and year type must be in parentheses, with the author's last name followed by the year (Souza, 2007), first letter in capital letters.

8. LITERATURE CITED. All references must be cited using the APA stile. POLIBOTÁNICA requires the use of Mendeley® (free reference manager) for the entire bibliography.

## STRUCTURE AND FORMAT OF ACKNOWLEDGMENTS AND BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

1. Acknowledgments must be after the last section of the body of the text. This information should be titled the word "Acknowledgments", or its equivalent in another language, in bold, size 12 and centered. The text of this information must be in size 12 justified.
2. Bibliographical references should be in alphabetical order without paragraph line jump, aligned to the left, in size 12.
3. Appendices, annexes, glossaries and other materials should be included after the bibliographic references. If these materials are extensive they should be created as PDF files.

## 9. REVIEW AND PUBLICATION

All articles submitted to the journal for publication will undergo a review "double-blind", they will be sent at least a couple of referees, recognized national or international experts that reviewed and evaluated and will be finally recommended the relevance or the publication of the article, it is noteworthy that this is the means that we have to take care of the level and quality of published articles.

Once accepted the article, the author will be charged \$15 USD per text page, regardless of how many pictures it contains.

Toda correspondencia relacionada con la revista deberá ser dirigida a:

**Dr. Rafael Fernández Nava**

Editor en Jefe de

## **POLIBOTÁNICA**

Departamento de Botánica

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional

Apdo. Postal 17-564, CP 11410, Ciudad de México

Correo electrónico:

*polibotanica@gmail.com*

*rfernand@ipn.mx*

Dirección Web

*<http://www.polibotanica.mx>*

POLIBOTÁNICA es una revista indexada en:

CONAHCYT, índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica  
del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología.

SciELO - Scientific Electronic Library Online.

Google Académico - Google Scholar.

DOAJ, Directorio de Revistas de Acceso Público.

Dialnet portal de difusión de la producción científica hispana.

REDIB Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

LATINDEX, Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América  
Latina, el Caribe, España y Portugal.

PERIODICA, Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.



**Polibotánica**

ISSN electrónico: 2395-9525

[polibotanica@gmail.com](mailto:polibotanica@gmail.com)

Instituto Politécnico Nacional

México

<http://www.polibotanica.mx>

# EFFECTO DE COMPLEJOS ORGÁNICOS EN LA MICROPROPAGACIÓN DE *Phalaenopsis* var. *Dudu*

# EFFECT OF ORGANIC COMPLEXES ON MICROPROPAGATION OF *Phalaenopsis* var. *Dudu*

Arzate Fernández, A.M., S. Martínez Martínez, T. Norman Mondragón, M. Mariezcurrena Berazain, A. Piña Sampedreño

EFFECTO DE COMPLEJOS ORGÁNICOS EN LA MICROPROPAGACIÓN DE  
*Phalaenopsis* var. *Dudu*

EFFECT OF ORGANIC COMPLEXES ON MICROPROPAGATION OF *Phalaenopsis*  
var. *Dudu*

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 60: 263-272 México. Julio 2025

DOI: 10.18387/polibotanica.60.15



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0  
Atribución-No Comercial ([CC BY-NC 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)).

**Efecto de complejos orgánicos en la micropropagación de *Phalaenopsis* var. *Dudu*****Effect of organic complexes on micropropagation of *Phalaenopsis* var. *Dudu***Amaury M. Arzate-Fernández / [amaury1963@yahoo.com.mx](mailto:amaury1963@yahoo.com.mx) 

Sandra Y. Martínez-Martínez

Tomás H. Norman-Mondragón

María D. Mariezcurrena-Berazain

Arely Piña-Sampedreño

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento

Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado México  
(UAEMéx), Carretera Toluca-Ixtlahuaca Km 11.5, 50200, Toluca, MéxicoArzate Fernández, A.M.,  
S. Martínez Martínez,  
T. Norman Mondragón,  
M. Mariezcurrena Berazain,  
A. Piña SampedreñoEFECTO DE COMPLEJOS  
ORGÁNICOS EN LA  
MICROPROPAGACIÓN DE  
*Phalaenopsis* var. *Dudu*EFFECT OF ORGANIC  
COMPLEXES ON  
MICROPROPAGATION OF  
*Phalaenopsis* var. *Dudu*

POLIBOTÁNICA

Instituto Politécnico Nacional

Núm. 60: 263-272. Julio 2025

DOI:  
10.18387/polibotanica.60.15

**RESUMEN:** Las especies de *Phalaenopsis*, pertenecientes a la familia Orchidaceae, son plantas ornamentales populares en todo el mundo por su elegante apariencia y prolongada longevidad, lo que las convierte en un recurso de gran importancia económica para la industria floral. Por lo tanto, resulta fundamental desarrollar protocolos eficientes para la micropropagación tanto de estas especies como del género en su conjunto. Tradicionalmente, la adición de auxinas y citocininas ha sido el método utilizado para regular el crecimiento y desarrollo de tejidos vegetales, aunque su uso puede resultar costoso. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las heces del escarabajo del maní (HEM), agua de coco (AC) y pulque (PUL) en la proliferación de cuerpos similares a protocormos (PLBs, por sus siglas en inglés) y en la regeneración de plantas de *Phalaenopsis* var. *Dudu*. Como explantes se utilizaron clústers de cinco PLBs, con un arreglo trifactorial (5x2x2) que incluyó los siguientes niveles: factor A con cinco niveles (0, 2.5, 5.0, 7.5, y 10 g L<sup>-1</sup> de HEM), factor B con dos niveles (0 y 100 mL L<sup>-1</sup> AC), y factor C con dos niveles (0 y 10 mL L<sup>-1</sup> PUL). El mayor número de PLBs (22.2) se obtuvo en el tratamiento con 7.5 g L<sup>-1</sup> de HEM y 100 mL L<sup>-1</sup> de AC, mientras que el mayor número de plantas regeneradas (5.3) se logró en el tratamiento sin adición de sustitutos orgánicos, seguido por el tratamiento con 7.5 g L<sup>-1</sup> de HEM y 100 mL L<sup>-1</sup> de AC (3.7). Estos resultados sugieren que la combinación de heces del escarabajo del maní y agua de coco favorece la proliferación de PLBs en *Phalaenopsis* var. *Dudu*.

**Palabras clave:** *Phalaenopsis*; propagación; *Ulomoides dermestoides*; antioxidantes.

**ABSTRACT:** *Phalaenopsis* species, belonging to the Orchidaceae family, are popular ornamental plants worldwide due to their elegant appearance and long lifespan, making them a resource of great economic importance for the floral industry. Therefore, it is essential to develop efficient protocols for the micropropagation of both these species and the genus as a whole. Traditionally, the addition of auxins and cytokinins has been the method used to regulate the growth and development of plant tissues, although their use can be expensive. In this context, the aim of this work was to evaluate the effect of peanut beetle feces (HEM), coconut water (AC), and pulque (PUL) on the proliferation of protocorm-like bodies (PLBs) and on the regeneration of *Phalaenopsis* var. *Dudu* plants. Clusters of five PLBs were used as explants, with a trifactorial arrangement (5x2x2) that included the following levels: factor A with five levels (0, 2.5, 5.0, 7.5, and 10 g L<sup>-1</sup> of HEM), factor B with two levels (0- and 100-mL L<sup>-1</sup> AC), and factor C with two levels (0- and 10-mL L<sup>-1</sup> PUL). The highest number of PLBs (22.2) was obtained in the treatment with 7.5 g L<sup>-1</sup> of HEM and 100 mL L<sup>-1</sup> of AC, while the highest number of regenerated plants (5.3) was achieved in the treatment without the addition of organic substitutes, followed by the treatment with 7.5 g L<sup>-1</sup> of HEM and 100 mL L<sup>-1</sup> of AC (3.7).

These results suggest that the combination of peanut beetle feces and coconut water favors the proliferation of PLBs in *Phalaenopsis* var. *Dudu*.

**Key words:** *Phalaenopsis*; propagation; *Ulomoides dermestoides*; antioxidants.

## INTRODUCCIÓN

*Orchidaceae* es una de las familias de plantas más grandes, con entre 22,075 y 26,567 especies distribuidas en 880 géneros, destacándose por su diversidad en estrategias reproductivas y adaptaciones ecológicas especializadas. Las especies del género *Phalaenopsis* son especialmente populares como plantas ornamentales en todo el mundo, apreciadas por su elegante apariencia y prolongada longevidad, lo que les confiere una gran importancia económica en la industria floral (Khatun *et al.*, 2020).

En 2019, la importación global de flores cortadas alcanzó los 8.490 millones de dólares, una caída del 6,1% respecto al año anterior, pero con un crecimiento promedio anual del 3,0% entre 2015 y 2019. Las importaciones de orquídeas cortadas representaron 214 millones de dólares (2,5% del total), disminuyendo un 13,5% desde 2018 y con un descenso anual promedio del 1,4% en los últimos cinco años (Yuan *et al.*, 2021).

Como planta monopodial, *Phalaenopsis* se propaga tradicionalmente mediante el corte o la división de retoños; sin embargo, estos métodos resultan en una baja tasa de multiplicación. Además, la propagación vegetativa de esta especie es difícil y requiere al menos tres años para florecer bajo condiciones de invernadero, lo que representa un desafío en su producción comercial (Khatun *et al.*, 2020). Por ello, el cultivo de tejidos ha surgido como una herramienta alternativa y eficiente para su propagación. Mediante este método, *Phalaenopsis* puede multiplicarse rápidamente a través de la formación de cuerpos similares a protocormos (PLBs, por sus siglas en inglés) a partir de explantes, en lugar de regenerarse directamente.

La formulación de medios de cultivo es crucial para optimizar el vigor de las orquídeas en el cultivo de tejidos (Samala & Thipwong, 2023). Tradicionalmente, la adición de auxinas y citocininas ha sido una práctica común para regular el crecimiento y desarrollo de tejidos vegetales. No obstante, debido al alto costo de estos compuestos tradicionales, se han explorado alternativas naturales que aporten minerales, aminoácidos, vitaminas y azúcares esenciales para el cultivo (de Menezes Gonçalves *et al.*, 2016).

Entre estas alternativas, el agua de coco ha demostrado ser un suplemento eficaz en el cultivo *in vitro* de orquídeas como *Rhynchostylis retusa* (Thomas & Michael, 2007), *Acampe papillosa* (Hosseini *et al.*, 2013), *Cypripedium macranthos* (Huh *et al.*, 2016) y *Paphiopedilum wardii* (Zeng *et al.*, 2012), mejorando la germinación de sus semillas y el desarrollo de plántulas. Además, en el cultivo *in vitro* de *Phalaenopsis* sp., la incorporación de 10 mL<sup>-1</sup> de pulque -una bebida fermentada derivada del aguamiel del agave- y 50 mL<sup>-1</sup> de aguamiel -el néctar dulce y nutritivo extraído de la planta de agave- en el medio de cultivo incrementó significativamente las tasas de multiplicación de PLBs, logrando la regeneración de plantas completas y una tasa de sobrevivencia del 100% tras 21 días de adaptación (Arzate-Fernández *et al.*, 2023).

A pesar del potencial de muchos sustitutos naturales, varios de ellos no han sido explorados a fondo en el cultivo *in vitro*. Un ejemplo es el uso de los “gorgojos chinos” (o “gorgojos del maíz”), también conocidos popularmente como “bichitos del amor”, que son empleados en medicina tradicional para aliviar síntomas de enfermedades como el asma, problemas gástricos y el cáncer (Moreno *et al.*, 2019). Este insecto, clasificado científicamente como *Ulomoides dermestoides* (Fairm) (Coleoptera: Tenebrionidae), es común en regiones templadas y tropicales de todo el mundo. A pesar de que puede causar daños en las cosechas y el almacenamiento de granos, como el maíz y el maní (Deloya & Deloya, 2014), también se investiga su posible aprovechamiento en la producción de plantas en cultivo *in vitro*.

Por ello, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de las heces del escarabajo del maní (*Ulomoides dermestoides*), agua de coco y pulque en la proliferación de PLBs y la regeneración de plántulas de *Phalaenopsis* var. *Dudu*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Como explantes se utilizaron clústers de cinco PLBs, sin disgregarse, con un diámetro aproximado de 5 mm (Figura 1A) que fueron obtenidos, previamente, a partir de la germinación de semillas de *Phalaenopsis* var. *Dudu*.

### Preparación de complejos orgánicos

Como complejos orgánicos se utilizaron heces del escarabajo del maní (HEM), agua de coco (AC) y pulque (PUL). Las heces del escarabajo del maní se obtuvieron de escarabajos criados en recipientes de plástico (34 cm x 21 cm x 11.6 cm) y alimentados tres veces al día con una dieta basada en pan integral, rodajas de pepino y cáscara de plátano. La composición química de las heces del escarabajo del maní fue analizada en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx (Tabla 1).

El agua de coco se obtuvo de cocos naturales adquiridos en el mercado local y el pulque se adquirió en un centro de abastecimiento de los productores de pulque de Jocotitlán, Estado de México. El agua de coco y el pulque se filtraron, por separado, a través de un filtro de cafetera y posteriormente en un filtro millipore de 0.20 µm, se almacenaron a -20°C y se agregaron después de descongelarlos al medio según se requería.

### Condiciones de cultivo *in vitro*

Cinco explantes fueron cultivados asépticamente en recipientes de 500 mL de capacidad, cada recipiente contenía 30 mL de medio de cultivo compuesto por sales MS al 50%, 20 g L<sup>-1</sup> de sacarosa, vitaminas MS, 4 g L<sup>-1</sup> de agar, 0.5 g L<sup>-1</sup> de carbón activado suplementado con HEM (0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10 g L<sup>-1</sup>) solo y en combinación de AC (100 mL L<sup>-1</sup>) y PUL (10 mL L<sup>-1</sup>). El pH del medio de cultivo se ajustó a 5.5±0.1 con HCl y NaOH, antes de adicionar el agar, y después se esterilizó en autoclave, a una temperatura de 121 °C y 1.1 kg cm<sup>-2</sup> de presión por 20 minutos. Para garantizar la asepsia de los medios de cultivo, se añadieron 20 mL L<sup>-1</sup> de nanopartículas de plata, sintetizadas siguiendo la metodología descrita por (Martínez Martínez *et al.*, 2024).

Los explantes se incubaron a 25±2°C y condiciones de luz usando lámparas de luz blanca (25 µmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> de intensidad lumínica) durante 16 horas por 90 días.

**Tabla 1.** Composición química de las heces del escarabajo del maní (*Uromoides dermestoides*)

**Table 1.** Chemical composition of peanut beetle (*Uromoides dermestoides*) feces

| Propiedades     | Concentración |
|-----------------|---------------|
| pH              | 5.55          |
| Nitrógeno Total | 0.0555 %      |
| Fósforo         | 3928.9 ppm    |
| Potasio         | 1576.7 ppm    |
| Calcio          | 4415.9 ppm    |
| Magnesio        | 740.1 ppm     |
| Sodio           | 102.5 ppm     |
| Hierro          | 385.71 ppm    |

### Aclimatación de plántulas

Plántulas regeneradas *in vitro*, después de 90 días, se transfirieron a domos de plástico y como sustrato se utilizó una mezcla de fibra de coco y tepojal (1:1). Cada tercer día se realizaron pequeños orificios en las tapas de los domos de plástico y a los 21 días se retiraron las tapas.

### Análisis estadístico

Los explantes fueron distribuidos en un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones, con un arreglo trifactorial 5x2x2 con los siguientes niveles por factor: factor A con cinco niveles (0, 2.5, 5.0, 7.5, y 10 g L<sup>-1</sup> de HEM), factor B (0 y 100 mL L<sup>-1</sup> AC), y factor C (0 y 10 mL L<sup>-1</sup> PUL). Las variables evaluadas fueron: número de PLBs obtenidos a los 45 días, número de plántulas regeneradas *in vitro* de *Phalaenopsis* var. Dudu, número y longitud (cm) de hoja y raíz por tratamiento a los 90 días. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) multifactorial para evaluar la significancia estadística de los efectos de los tratamientos probados; la comparación de medias entre los tratamientos con efecto significativamente diferente se realizó mediante la prueba de Tukey con  $\leq 0.05$ . Además, se graficaron las interacciones de los sustitutos de origen natural. Se usó el programa estadístico StatGraphics® versión 5.0 Windows® para los procedimientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio, la proliferación de PLBs se realizó en un medio MS sólido, suplementado con heces del escarabajo del maní (HEM), agua de coco (AC) y pulque (PUL). Los tipos y concentraciones de estos complejos orgánicos influyeron en la respuesta de los PLBs en términos de proliferación y regeneración.

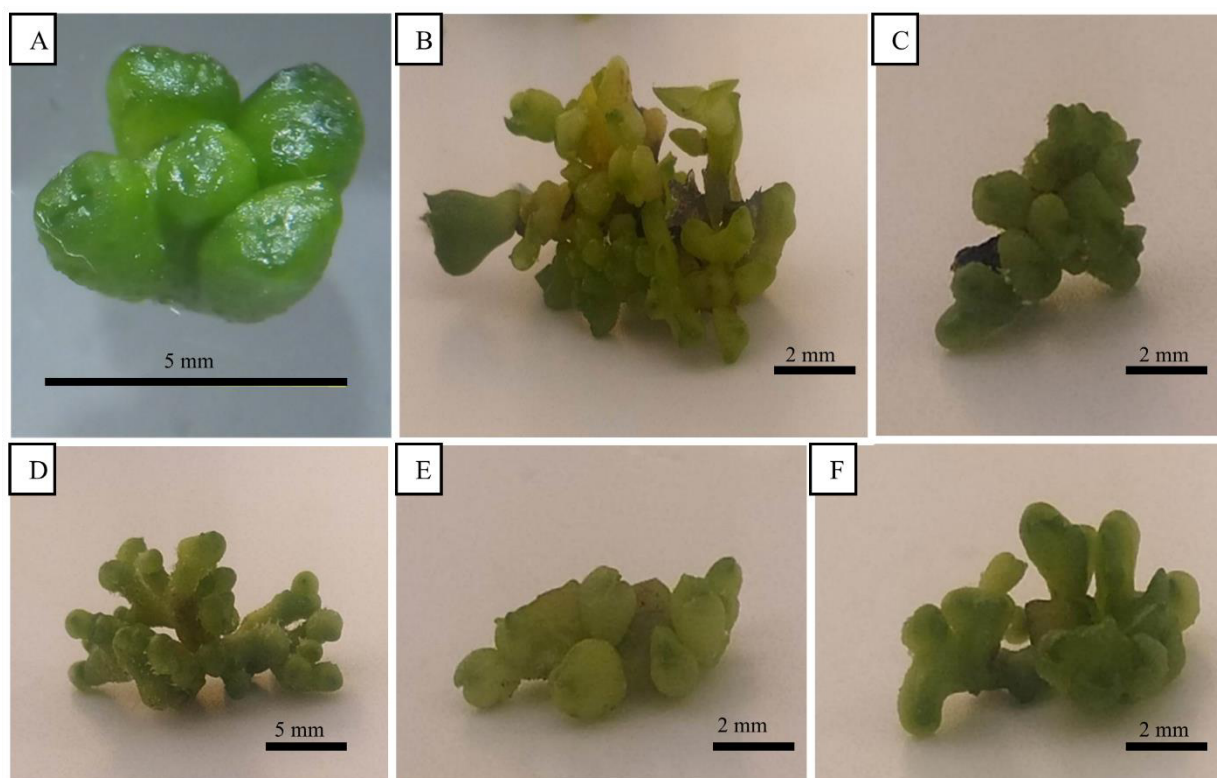
El mayor número de PLBs se obtuvo en medios de cultivo suplementados con heces del escarabajo del maní (HEM) y la adición de agua de coco (AC). Las HEM a 2.5, 5 y 7.5 g L<sup>-1</sup> adicionado con 100 mL L<sup>-1</sup> de AC mejoró significativamente el número de PLBs en 20.8, 21.1 y 22.2 PLBs (Tabla 2, Figura 1B y Figura 2A), respectivamente, en comparación con el control 12.7 PLBs por explante (Tabla 2 y Figura 1C), además, los PLBs obtenidos presentaron una coloración verde y forma globular. La adición únicamente de HEM en una concentración de 7.5 y 10 g L<sup>-1</sup> favoreció significativamente el número de PLBs en 15.2 y 15.6 (Figura 1D), respectivamente, con respecto al medio sin sustitutos de origen natural (testigo) y en bajas concentraciones de HEM, el número de PLBs se disminuyó significativamente (Tabla 2). Esto concuerda con los hallazgos de Samala & Thipwong (2023), quienes observaron que la formación de PLBs fue mayor en medios con solo AC ( $47.38 \pm 7.17$  %) y en combinación de AC y homogeneizado de papa ( $52.13 \pm 6.20$ %).

En *Phalaenopsis*, Tanaka & Sakanishi (1977) informaron que la exudación fenólica, que ocurre cuando se extrae un explante de la planta madre, limita la proliferación y regeneración de los tejidos. Este fenómeno provoca el oscurecimiento tanto del tejido (Figura 1C) como del medio circundante, lo que disminuye la respuesta del explante e incluso puede llevar a su muerte. Para mantener la capacidad de proliferación y regeneración de los explantes, es esencial la aplicación de agentes antioxidantes o absorbentes que contrarresten los efectos de los exudados fenólicos. En este contexto, los extractos de las heces del escarabajo del maní (HEM) han mostrado actividad antioxidante. Dary *et al.*, (2013) sugirieron que compuestos como el ácido oleico y el 4-etil-resorcinol podrían ser los responsables de esta actividad en el extracto metanólico de *Ulomoides dermestoides*. En consecuencia, el aumento en el número de PLBs observado en este estudio a altas concentraciones de HEM podría atribuirse a esta capacidad antioxidante. Sin embargo, se requieren más estudios para comprender en profundidad el mecanismo de acción de HEM. El análisis estadístico reveló diferencias significativas en las interacciones de HEM, AC y PUL sobre el número de PLBs. En concentraciones menores a 7.5 g L<sup>-1</sup> de HEM, la adición de AC mejoró de manera significativa el número de PLBs. Este efecto podría estar relacionado, en parte, con la capacidad antioxidante tanto de las HEM como del AC. Murdad *et al.*, (2006) reportaron que en *Phalaenopsis gigantea*, altas concentraciones de AC en los medios de cultivo redujeron los exudados fenólicos y favorecieron la proliferación de PLBs. Además, Utami & Hariyanto (2020) señalaron que el agua de coco contiene azúcares solubles como fuente natural de carbono, así como aminoácidos, vitaminas (tiamina, piridoxina, ácido ascórbico) y minerales. También está compuesta por varios iones orgánicos como fósforo, magnesio, potasio, calcio, hierro y manganeso, los cuales favorecen la proliferación de PLBs. Estos mismos iones orgánicos también se encuentran presentes en las HEM (Tabla 1).

**Tabla 2.** Efecto de complejos orgánicos: heces del escarabajo del maní (HEM), agua de coco (AC) y pulque (PUL) en la proliferación de PLBs a los 45 días y regeneración *in vitro* de plántulas de *Phalaenopsis* var. *Dudu*, a los 90 días.

**Table 2.** Effect of organic complexes: peanut beetle feces (HEM), coconut water (AC) and pulque (PUL) on the proliferation of PLBs at 45 days and *in vitro* regeneration of *Phalaenopsis* var. *Dudu* seedlings, at 90 days.

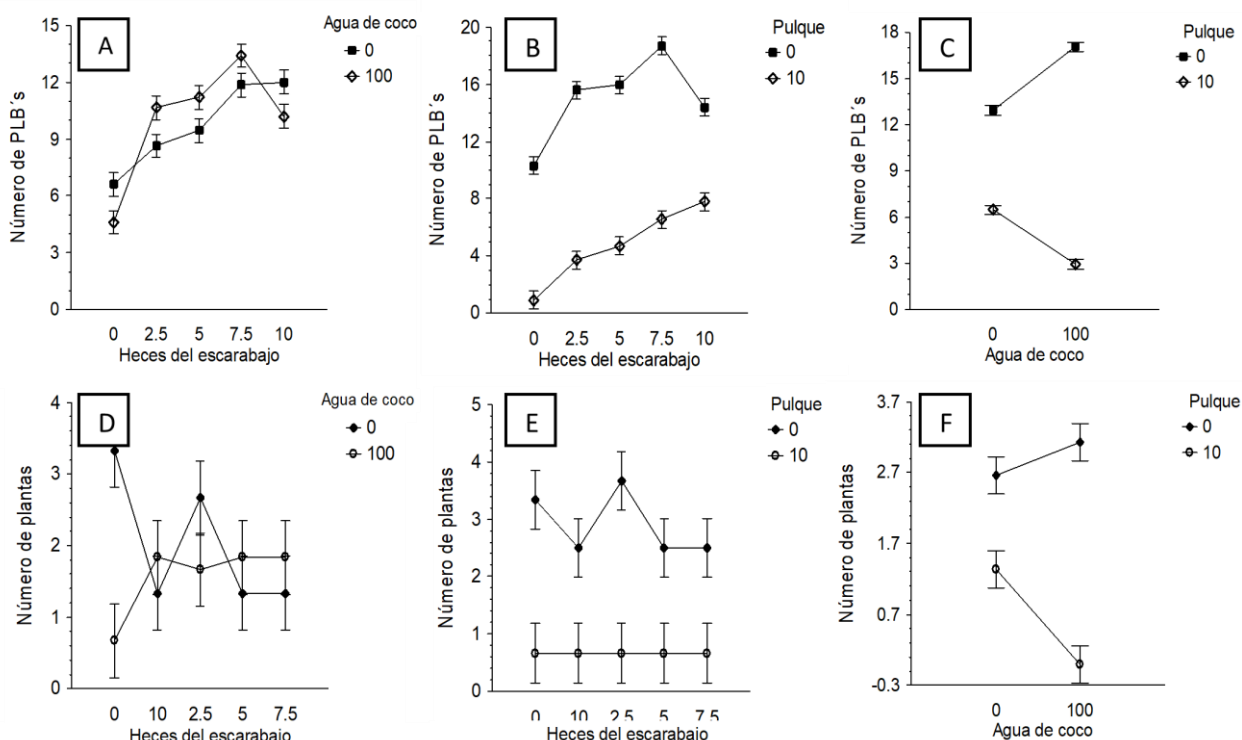
| HEM<br>(g L <sup>-1</sup> ) | AC<br>(mL L <sup>-1</sup> ) | PUL<br>(mL L <sup>-1</sup> ) | Nº de PLBs              | Nº de<br>plántulas    | Nº de hojas             | Longitud de<br>hojas (cm) | Nº de<br>raíces        | Longitud<br>de raíces<br>(cm) |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 0                           | 0                           | 0                            | 12.7±1.33 <sup>cd</sup> | 5.3±0.58 <sup>a</sup> | 2.5±0.50 <sup>a</sup>   | 12.4±0.72 <sup>cde</sup>  | 2.5±0.50 <sup>a</sup>  | 5.6±0.15 <sup>d</sup>         |
| 2.5                         | 0                           | 0                            | 10.4±0.05 <sup>ef</sup> | 4.0±1.00 <sup>b</sup> | 2.0±1.00 <sup>abc</sup> | 15.6±0.72 <sup>b</sup>    | 1.5±0.50 <sup>b</sup>  | 9.4±0.60 <sup>bc</sup>        |
| 5                           | 0                           | 0                            | 10.8±0.04 <sup>de</sup> | 1.3±0.58 <sup>c</sup> | 2.0±1.00 <sup>abc</sup> | 11.0±0.72 <sup>de</sup>   | 1.5±0.50 <sup>b</sup>  | 6.6±0.70 <sup>cd</sup>        |
| 7.5                         | 0                           | 0                            | 15.2±0.05 <sup>b</sup>  | 1.3±0.58 <sup>c</sup> | 2.0±0.00 <sup>abc</sup> | 12.6±0.72 <sup>cd</sup>   | 0.8±0.72 <sup>c</sup>  | 6.6±2.00 <sup>cd</sup>        |
| 10                          | 0                           | 0                            | 15.6±0.04 <sup>b</sup>  | 1.3±0.58 <sup>c</sup> | 1.5±0.50 <sup>cd</sup>  | 14.4±0.72 <sup>bc</sup>   | 1.0±0.00 <sup>bc</sup> | 12.8±1.80 <sup>a</sup>        |
| 0                           | 100                         | 0                            | 7.9±0.67 <sup>g</sup>   | 1.3±0.58 <sup>c</sup> | 2.0±0.00 <sup>abc</sup> | 12.4±0.72 <sup>cde</sup>  | 1.5±0.50 <sup>b</sup>  | 5.2±1.20 <sup>d</sup>         |
| 2.5                         | 100                         | 0                            | 20.8±0.44 <sup>a</sup>  | 3.3±0.58 <sup>b</sup> | 1.6±0.53 <sup>bc</sup>  | 17.8±0.72 <sup>a</sup>    | 1.0±0.00 <sup>bc</sup> | 9.4±1.20 <sup>bc</sup>        |
| 5                           | 100                         | 0                            | 21.1±0.87 <sup>a</sup>  | 3.7±0.58 <sup>b</sup> | 2.0±0.00 <sup>abc</sup> | 12.4±0.72 <sup>cde</sup>  | 1.5±0.50 <sup>b</sup>  | 5.2±0.90 <sup>d</sup>         |
| 7.5                         | 100                         | 0                            | 22.2±0.35 <sup>a</sup>  | 3.7±0.58 <sup>b</sup> | 1.6±0.53 <sup>bc</sup>  | 17.8±0.72 <sup>a</sup>    | 1.0±0.00 <sup>bc</sup> | 9.4±1.20 <sup>bc</sup>        |
| 10                          | 100                         | 0                            | 13.2±0.59 <sup>c</sup>  | 3.7±0.58 <sup>b</sup> | 0.7±0.58 <sup>de</sup>  | 11.2±0.72 <sup>de</sup>   | 0.8±0.72 <sup>c</sup>  | 1.2±0.90 <sup>f</sup>         |
| 0                           | 0                           | 10                           | 0.5±1.00 <sup>i</sup>   | 1.3±0.58 <sup>c</sup> | 0.7±0.58 <sup>de</sup>  | 10.5±0.72 <sup>c</sup>    | 1.0±0.00 <sup>bc</sup> | 3.0±1.00 <sup>e</sup>         |
| 2.5                         | 0                           | 10                           | 6.9±0.61 <sup>g</sup>   | 1.3±0.58 <sup>c</sup> | 1.6±0.53 <sup>bc</sup>  | 12.4±0.72 <sup>cde</sup>  | 1.5±0.50 <sup>b</sup>  | 10.8±0.70 <sup>b</sup>        |
| 5                           | 0                           | 10                           | 8.1±0.65 <sup>g</sup>   | 1.3±0.58 <sup>c</sup> | 0.7±0.58 <sup>de</sup>  | 12.8±0.72 <sup>cd</sup>   | 1.0±0.00 <sup>bc</sup> | 5.4±1.10 <sup>d</sup>         |
| 7.5                         | 0                           | 10                           | 8.5±0.48 <sup>fg</sup>  | 1.3±0.58 <sup>c</sup> | 1.6±0.53 <sup>bc</sup>  | 12.4±0.72 <sup>cde</sup>  | 1.0±0.00 <sup>bc</sup> | 5.4±1.00 <sup>d</sup>         |
| 10                          | 0                           | 10                           | 8.4±0.58 <sup>g</sup>   | 1.3±0.58 <sup>c</sup> | 2.4±0.53 <sup>ab</sup>  | 13.0±0.72 <sup>cd</sup>   | 1.5±0.50 <sup>b</sup>  | 8.0±2.00 <sup>cd</sup>        |
| 0                           | 100                         | 10                           | 1.3±0.57 <sup>i</sup>   | 0.0±0.00 <sup>d</sup> | 0.0±0.00 <sup>e</sup>   | 0.0±0.00 <sup>f</sup>     | 0.0±0.00 <sup>d</sup>  | 0.0±0.00 <sup>f</sup>         |
| 2.5                         | 100                         | 10                           | 0.5±1.00 <sup>i</sup>   | 0.0±0.00 <sup>d</sup> | 0.0±0.00 <sup>e</sup>   | 0.0±0.00 <sup>f</sup>     | 0.0±0.00 <sup>d</sup>  | 0.0±0.00 <sup>f</sup>         |
| 5                           | 100                         | 10                           | 1.3±0.51 <sup>i</sup>   | 0.0±0.00 <sup>d</sup> | 0.0±0.00 <sup>e</sup>   | 0.0±0.00 <sup>f</sup>     | 0.0±0.00 <sup>d</sup>  | 0.0±0.00 <sup>f</sup>         |
| 7.5                         | 100                         | 10                           | 4.6±0.15 <sup>h</sup>   | 0.0±0.00 <sup>d</sup> | 0.0±0.00 <sup>e</sup>   | 0.0±0.00 <sup>f</sup>     | 0.0±0.00 <sup>d</sup>  | 0.0±0.00 <sup>f</sup>         |
| 10                          | 100                         | 10                           | 7.2±0.64 <sup>g</sup>   | 0.0±0.00 <sup>d</sup> | 0.0±0.00 <sup>e</sup>   | 0.0±0.00 <sup>f</sup>     | 0.0±0.00 <sup>d</sup>  | 0.0±0.00 <sup>f</sup>         |



**Figura 1.** Proliferación *in vitro* de PLBs de *Phalaenopsis* var. *Dudu* a partir de explantes de PLBs. A) Clúster de cinco PLBs utilizado como explante; B) PLBs en medio con 10 g L<sup>-1</sup> de heces del escarabajo del maní (HEM)+100 mL L<sup>-1</sup> de agua de coco (AC); C) PLBs en medio sin complejos orgánicos; D) PLBs con 10 g L<sup>-1</sup> de HEM; E) PLBs con 7.5 g L<sup>-1</sup> de HEM+10 mL L<sup>-1</sup> de pulque (PUL); y F) PLBs con 10 g L<sup>-1</sup> de HEM+100 mL L<sup>-1</sup> AC+10 mL L<sup>-1</sup> de PUL, a los 45 días.

**Figure 1.** *In vitro* proliferation of PLBs from *Phalaenopsis* var. *Dudu* from PLBs explants. A) Cluster of five PLBs used as explant; B) PLBs in medium with 10 g L<sup>-1</sup> of peanut beetle feces (HEM) + 100 mL L<sup>-1</sup> of coconut water (AC); C) PLBs in medium without organic complexes; D) PLBs with 10 g L<sup>-1</sup> of HEM; E) PLBs with 7.5 g L<sup>-1</sup> of HEM+10 mL L<sup>-1</sup> of pulque (PUL); and F) PLBs with 10 g L<sup>-1</sup> of HEM+100 mL L<sup>-1</sup> AC+10 mL L<sup>-1</sup> of PUL, at 45 days.

La adición exclusiva de pulque al medio de cultivo provocó una disminución significativa en el número de PLBs. Sin embargo, en la interacción de HEM+PUL, se observó un aumento en la proliferación de PLBs (Figura 2B). Por otro lado, la combinación de pulque con agua de coco tuvo un efecto negativo sobre el número de PLBs (Figura 3C).



**Figura 2.** Interacción de los complejos orgánicos: heces del escarabajo del maní (HEM), agua de coco (AC) y pulque (PUL) en la proliferación de PLBs a los 45 días y regeneración *in vitro* de plántulas de *Phalaenopsis* var. *Dudu*, a los 90 días.

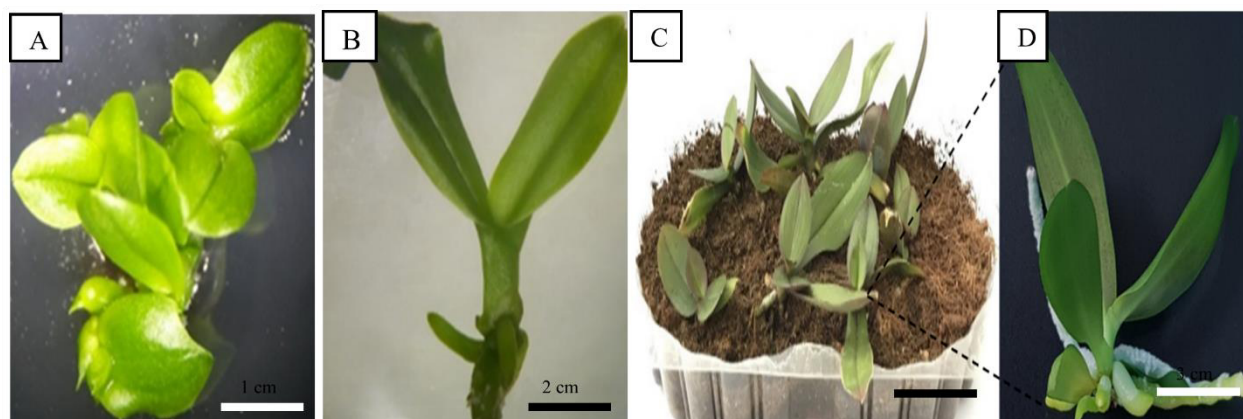
**Figure 2.** Interaction of organic complexes: peanut beetle feces (HEM), coconut water (AC) and pulque (PUL) on the proliferation of PLBs at 45 days and *in vitro* regeneration of *Phalaenopsis* var. *Dudu* seedlings, at 90 days.

Estos resultados son consistentes con lo reportado por Samala & Thipwong, (2023), quienes observaron que el crecimiento y vigor de *Dendrobium* aumentaron al agregar plátano machacado al medio; sin embargo, el homogenizado de plátano no fue efectivo para la proliferación y el mantenimiento de PLBs a largo plazo, causando necrosis en concentraciones más altas. Esto se alinea con los hallazgos de Ichihashi & Islam, (1999), quienes informaron que altas concentraciones de aditivos orgánicos pueden inducir necrosis en el material vegetal. Estudios en *Dendrobium* también revelaron que concentraciones elevadas de agua de coco inhibieron la regeneración temprana, lo que coincide con los hallazgos de Gnasekaran *et al.*, (2010), quienes reportaron un efecto inhibitor en el crecimiento de PLBs con concentraciones de 20% y 30% de agua de coco.

El mayor número de hojas y raíces también se obtuvo en el medio de cultivo sin complejos orgánicos (control), mientras que la mayor longitud de hojas y raíces se alcanzó en medios suplementados con HEM. En particular, la mayor longitud de hojas se registró en medios con 2.5 g L<sup>-1</sup> de HEM y 100 mL L<sup>-1</sup> de AC, así como con 7.5 g L<sup>-1</sup> de HEM y 100 mL L<sup>-1</sup> de AC. La mayor longitud de raíces, en cambio, se observó en el tratamiento con 10 g L<sup>-1</sup> de HEM.

#### Aclimatación de plantas a condiciones *ex vitro*

Las plantas regeneradas a los 90 días en condiciones *in vitro* presentaron una longitud de 10-17 cm (Figura 3B), posteriormente fueron transferidas a un domo de plástico (Figura 3C) en condiciones de ambiente controladas por un periodo de 21 días. El porcentaje de sobrevivencia de las plántulas fue del 94% y se observó el cambio de intensidad del color verde de las hojas y el aumento de longitud de raíces (Figura 3D).



**Figura 3.** Proceso de regeneración de plántulas de *Phalaenopsis* var. *Dudu*. A) Plántulas regeneradas a partir de PLBs en condiciones *in vitro*; B) Plántula regenerada *in vitro* a los 90 días; C) Plántulas en condiciones *ex vitro* en charola con domo de plástico, bajo condiciones de invernadero D) Plántula de *Phalaenopsis* var. *Dudu*, 21 días después del proceso de aclimatación.

**Figure 3.** Regeneration process of *Phalaenopsis* var. *Dudu* seedlings. A) Plantlets regenerated from PLBs under *in vitro* conditions; B) Plantlets regenerated *in vitro* after 90 days; C) S Plantlets in *ex vitro* conditions in a tray with a plastic dome, under greenhouse conditions D) *Phalaenopsis* var. *Dudu*, 21 days after the acclimatization process.

## CONCLUSIÓN

Este estudio evidenció que la combinación de HEM y AC favorece la proliferación de PLBs en *Phalaenopsis* var. *Dudu*. El tratamiento con  $7.5 \text{ g L}^{-1}$  de HEM y  $100 \text{ mL L}^{-1}$  de AC produjo el mayor número de PLBs. No obstante, el tratamiento sin la adición de complejos orgánicos favoreció la regeneración de plantas. Estos resultados sugieren que, aunque la combinación de HEM y AC estimula la proliferación de PLBs, la regeneración de plantas completas parece ser más eficiente en medios sin estos aditivos. Este hallazgo ofrece la oportunidad de optimizar los medios de cultivo para mejorar tanto la proliferación como la regeneración de plantas en *Phalaenopsis*.

## LITERATURA CITADA

- Arzate-Fernández, A. M., Rosas-Chávez, R., Norman-Mondragón, T. H., Corona-Rodríguez, M. C., & Piña-Escutia, J. L. (2023). Multiplication *in vitro* of *Phalaenopsis* sp. using plant growth regulators, honey water and fermented sap (organic complexes). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(1). <https://doi.org/10.56369/tsaes.3981>
- Dary, M., Meza, M., Margareth, Q., Yepes, S., Loreys, Q., & Ibarra, D. (2013). Antioxidant capacity of whole-body methanolic extracts of the beetle *Ulomoides dermestoides* (Chevrolat, 1893). *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 32(1). <http://scielo.sld.cu>
- de Menezes Gonçalves, L., de Fátima S Machado, M. P., Ballesta, P., Mora, F., Auxiliadora Milaneze Gutierrez, M., & Aparecida Mangolin, C. (2016). Suplementos orgánicos para el cultivo *in vitro* del híbrido *Laliocattleya* (Orchidaceae). *IDESIA*, 34(1), 47-54.
- Deloya, G., & Deloya, C. (2014). Sustancias producidas por el coleóptero *Ulomoides dermestoides* (Chevrolat, 1878) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae): efecto anti-inflamatorio y citotóxico. En *Acta Zool. Mex.* (n.s.), 30(3), 655-661.

**Recibido:**  
7/noviembre/2024

**Aceptado:**  
9/junio/2025

- Gnasekaran, P., Rathinam, X., Sinniah, U. R., & Subramaniam, S. (2010). A Study on the Use of Organic Additives on the Protocorm-like Bodies (PLBS) Growth of *Phalaenopsis violacea* Orchid. *Journal of Phytology*, 2010(1), 29–033. [www.journal-phytology.com](http://www.journal-phytology.com)
- Hossein, P., Promila, P., & R, K. B. (2013). Asymbiotic germination of immature embryos of a medicinally important epiphytic orchid *Acampe papillosa* (Lindl.) Lindl. *African Journal of Biotechnology*, 12(2), 162–167. <https://doi.org/10.5897/ajb11.4001>
- Huh, Y. S., Lee, J. K., Nam, S. Y., Paek, K. Y., & Suh, G. U. (2016). Improvement of asymbiotic seed germination and seedling development of *Cypripedium macranthos* Sw. with organic additives. *Journal of Plant Biotechnology*, 43(1), 138–145. <https://doi.org/10.5010/JPB.2016.43.1.138>
- Ichihashi, S., & Islam, M. (1999). Effects of complex organic additives on callus growth in three Orchid genera, *Phalaenopsis*, *Doritaenopsis*, and *Neofinetia*. *J.Japan.Soc.Hort.Sci*, 68(2), 269–274.
- Khatun, K., Nath, U. K., & Rahman, M. S. (2020). Tissue culture of *Phalaenopsis*: Present status and future prospects. *Journal of Advanced Biotechnology and Experimental Therapeutics*, 3(3), 273–285. <https://doi.org/10.5455/jabet.2020.d135>
- Martínez Martínez, S. Y., Arzate-Fernández, A. M., González-Pedroza, M., García-Núñez, H., & De la Cruz-Torres, E. (2024). Actividad antibacteriana de nanopartículas de plata biosintetizadas a partir de extractos de tres especies de *Agave* para inhibir *Bacillus licheniformis*. *Polibotánica*, 0(58). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.58.10>
- Moreno, S., Crescente, O., Herrera, B., Hernández, J., Muñoz, M., & Oliveros, M. (2019). Composición y actividad biológica de los extractos de *Ulomoides dermestoides* (Tenebrionidae) procesados bajo diferentes condiciones en Cumaná, estado Sucre. *FacSalud*, 3(5), 3–16.
- Murdad, R., Hwa, K. S., Seng, C. K., Latip, M. Abd., Aziz, Z. A., & Ripin, R. (2006). High frequency multiplication of *Phalaenopsis gigantea* using trimmed bases protocorms technique. *Scientia Horticulturae*, 111(1), 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.08.008>
- Samala, S., & Thipwong, J. (2023). Influences of Organic Additives on Asymbiotic Seed Germination of *Dendrobium cruentum* Rehb. f. for *In Vitro* Micropropagation. *Trends in Sciences*, 20(3). <https://doi.org/10.48048/tis.2023.4181>
- Tanaka, N., & Sakanishi, Y. (1977). Clonal propagation of *Phalaenopsis* by leaf tissue culture. *American Orchid Society Bulletin*, 46(8), 733–737.
- Thomas, T. D., & Michael, A. (2007). High-frequency plantlet regeneration and multiple shoot induction from cultured immature seeds of *Rhynchostylis retusa* Blume., an exquisite orchid. *Plant Biotechnology Reports*, 1(4), 243–249. <https://doi.org/10.1007/s11816-007-0038-z>
- Utami, E. S. W., & Hariyanto, S. (2020). Organic Compounds: Contents and Their Role in Improving Seed Germination and Protocorm Development in Orchids. *International Journal of Agronomy*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/2795108>
- Yuan, S.-C., Lekawatana, S., Amore, T. D., Chen, F.-C., Chin, S.-W., Vega, D. M., & Wang, Y.-T. (2021). The Global Orchid Market (pp. 1–28). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66826-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66826-6_1)
- Zeng, S., Wu, K., Teixeira da Silva, J. A., Zhang, J., Chen, Z., Xia, N., & Duan, J. (2012). Asymbiotic seed germination, seedling development and reintroduction of *Paphiopedilum wardii* Sumerh., an endangered terrestrial orchid. *Scientia Horticulturae*, 138, 198–209. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.02.026>