http://revistabiociencias.uan.edu.mx ISSN 2007-3380
https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Tittle Paper/Título del artículo:

Efecto de nanopartículas de plata en el establecimiento *in vitro* de *Lilium* sp.

Effect of silver nanoparticles on the *in vitro* establishment of *Lilium* sp.

Authors/Autores: Nuncio-Orta, G.L., Juárez-Maldonado, A., Benavides-Mendoza, A., González-García, Y., Lorenzo-Feijoo, J.C., Bogdanchikova, N., Pestryakov, A., Companioni-González, B.

ID: e1906

DOI: https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

Received/Fecha de recepción: February 11th 2025

Accepted /Fecha de aceptación: September 03th 2025

Available online/Fecha de publicación: September 17th 2025

Please cite this article as/Como citar este artículo: Nuncio-Orta, G.L., Juárez-Maldonado, A., Benavides-Mendoza, A., González-García, Y., Lorenzo-Feijoo, J.C., Bogdanchikova, N., Pestryakov, A., Companioni-González, B. (2025). Effect of silver nanoparticles on the *in vitro* establishment of *Lilium* sp. *Revista Bio Ciencias,* 12, e1906. https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

ARTÍCULO EN PRENSA

http://revistabiociencias.uan.edu.mx ISSN 2007-3380
https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

Artículo original

Efecto de nanopartículas de plata en el establecimiento *in vitro* de *Lilium* sp.

Effect of silver nanoparticles on the *in vitro* establishment of *Lilium* sp.

Establecimiento de *Lilium* sp./Establishment of *Lilium* sp.

Nuncio-Orta, G.L.[1], Juárez-Maldonado, A.[1], Benavides-Mendoza, A.[1], González-García, Y.[2], Lorenzo-Feijoo, J.C.[3], Bogdanchikova, N.[4], Pestryakov, A.[4], Companioni-González, B.[1].*

[1]*Doctorado en Agricultura Protegida. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro, No. 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.*

[2]*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Todos Santos, La Paz, Baja California Sur, México.*

[3]*Universidad ¨Máximo Gómez Báez, Centro de Bioplantas, Cuba.*

[4]*Red Internacional de Bionanotecnología con impacto en biomedicina, alimentación y bioseguridad CONAHCYT, México.*

Autor para correspondencia:

Barbarita Companioni-González. Dpto. de Ciencias Básicas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro, No. 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. Teléfono (+52) 844 4110200 ext. 2261. E-mail: bcompanioni2007@gmail.com

ARTÍCULO EN PRENSA

RESUMEN

El *Lilium sp*., o lirio, es una planta de gran importancia ecológica, cultural y comercial, apreciada en jardinería, fragancias y medicina tradicional. Dado que su reproducción natural enfrenta limitaciones, la propagación *in vitro* es esencial para su cultivo eficiente y sostenible, permitiendo obtener plantas libres de enfermedades y con alta calidad genética. Un reto significativo de esta técnica es la contaminación, que demanda protocolos estrictos de desinfección. En este contexto, las nanopartículas de plata (AgNPs) destacan por sus propiedades antimicrobianas, reduciendo la contaminación y mejorando la eficiencia del proceso, además de ser una alternativa sostenible frente a químicos agresivos. En este estudio, las AgNPs Argovit™ se evaluaron en concentraciones de 0, 25, 50 y 100 mg•L^{-1} con tiempos de inmersión de 5, 10 y 15 minutos. La mejor asepsia (94%) se obtuvo con 100 mg•L^{-1} y 15 minutos de inmersión, mientras que la mayor brotación (7.03 microbulbos por explante) ocurrió con 25 mg•L^{-1} y el mismo tiempo. Las AgNPs también redujeron la oxidación fenólica en los explantes, optimizando la propagación *in vitro* del *Lilium sp*. Estos

http://revistabiociencias.uan.edu.mx ISSN 2007-3380
https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

hallazgos resaltan su potencial para la producción comercial y conservación de esta especie ornamental.

PALABRAS CLAVE: actividad microbicida, bionanotecnología, micropropagación.

ABSTRACT

The *Lilium sp*., or lily, is a plant of significant ecological, cultural, and commercial importance, valued in gardening, fragrances, and traditional medicine. Given the limitations of its natural reproduction, *in vitro* propagation is essential for its efficient and sustainable cultivation, producing disease-free plants with high genetic quality. A major challenge of this technique is contamination, which requires strict disinfection protocols. In this context, silver nanoparticles (AgNPs) stand out for their antimicrobial properties, reducing contamination and improving process efficiency, while also offering a sustainable alternative to harsh chemical treatments. In this study, AgNPs Argovit™ were evaluated at concentrations of 0, 25, 50, and 100 mg•L^{-1} with immersion times of 5, 10, and 15 minutes. The best asepsis (94%) was achieved with 100 mg•L^{-1} and 15 minutes of immersion, while the highest sprouting (7.03 microbulbs per explant) occurred with 25 mg•L^{-1} and the same duration. AgNPs also reduced phenolic oxidation in explants, optimizing the *in vitro* propagation of *Lilium sp*. These findings highlight their potential for the commercial production and conservation of this ornamental species.

KEY WORDS: bionanotechnology, microbicidal activity, micropropagation.

Introducción

El *Lilium sp*., conocido como lirio, desempeña un papel esencial en diversos ámbitos. Su valor ecológico radica en ser una fuente de alimento para polinizadores como abejas y mariposas, contribuyendo a la salud de los ecosistemas (García-Pérez *et al.*, 2023; Silva & Rocio, 2024). Además, posee un gran simbolismo cultural, siendo utilizado en tradiciones, arte y religiones como un emblema de pureza y renacimiento (Mantilla *et al.*, 2023; Arévalo-Galarza *et al.*, 2024). En la jardinería, los lirios son altamente apreciados por su belleza y variedad de colores, embelleciendo espacios tanto exteriores como interiores (Imbago-Lanchimba & Gómez-Cabezas, 2021; Winarto *et al.*, 2024). También tienen aplicaciones comerciales en la industria de fragancias, gracias a su aroma característico. Algunas especies incluso se utilizan en la medicina tradicional para aliviar ciertos malestares (Khan *et al.*, 2021; Anisah *et al.*, 2023). Así, el *Lilium sp.* combina belleza, funcionalidad y un profundo significado cultural, lo que lo convierte en una planta verdaderamente especial.

La propagación acelerada *in vitro* del *Lilium* sp. es esencial debido a las limitaciones en su propagación vegetativa natural (Patil *et al.*, 2021; Zuo *et al.*, 2024). Esta planta suele tener dificultades para reproducirse de manera eficiente mediante bulbos, lo que reduce la producción y disponibilidad comercial. Los métodos *in vitro* permiten superar estas barreras al generar grandes cantidades de plantas en menos tiempo y bajo condiciones controladas

ARTÍCULO EN PRENSA

http://revistabiociencias.uan.edu.mx ISSN 2007-3380
https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

(Kamalashree & Nayaka, 2023; Pałka *et al.*, 2023). Además, esta técnica asegura la obtención de plantas libres de enfermedades y con características genéticas uniformes, lo que mejora la calidad del cultivo (Dhorajiwala, 2022). La propagación *in vitro* también permite preservar especies raras o en peligro de extinción, contribuyendo a la conservación genética. Por otro lado, facilita la producción comercial a gran escala, satisfaciendo la demanda del mercado ornamental y agrícola (Mosonyi *et al.*, 2022). Por estas razones, el uso de la propagación *in vitro* es una solución indispensable para optimizar el cultivo del *Lilium sp*. y garantizar su sostenibilidad.

El cultivo *in vitro* del *Lilium sp*. enfrenta varias limitaciones, siendo las contaminaciones durante el establecimiento una de las más significativas (Patil *et al.*, 2021; Zuo *et al.*, 2024). Estas contaminaciones suelen originarse de microorganismos presentes en los tejidos de las plantas o en el ambiente del laboratorio, incluso en condiciones de esterilidad (Gong *et al.*, 2023; Basit & Lim, 2024). La dificultad de eliminar completamente los hongos, bacterias u otros patógenos en el material vegetal puede comprometer el éxito del cultivo. Además, el manejo inadecuado de las herramientas y medios de cultivo contribuye a aumentar el riesgo de contaminación. Este problema no solo reduce la eficiencia del proceso, sino que también incrementa los costos al requerir repetidos intentos de limpieza y nuevas preparaciones (Fan & Sun, 2024; Winarto *et al.*, 2024). Por ello, es fundamental implementar técnicas rigurosas de desinfección y esterilización, así como protocolos estrictos de trabajo en entornos controlados. Estas medidas ayudan a minimizar las contaminaciones y maximizar los resultados del cultivo *in vitro*.

Las nanopartículas de plata (AgNPs) han demostrado ser una herramienta prometedora en el control de contaminaciones durante el establecimiento *in vitro* del *Lilium sp.* (Singh *et al.*, 2023; Zeng *et al.*, 2024). Gracias a sus propiedades antimicrobianas, estas AgNPs son capaces de inhibir el crecimiento de bacterias, hongos y otros microorganismos que suelen comprometer el éxito del cultivo (Lashin *et al.*, 2021; Orlikowski *et al.*, 2023). Su aplicación en medios de cultivo permite reducir significativamente las tasas de contaminación, mejorando la eficiencia del proceso y disminuyendo la necesidad de tratamientos químicos más agresivos (Noori *et al.*, 2024; Alfosea-Simón *et al.*, 2025). Además, las AgNPs de plata ofrecen una alternativa sostenible y efectiva, ya que pueden ser utilizadas en concentraciones bajas sin afectar el desarrollo de los tejidos vegetales. Investigaciones recientes han explorado su integración en protocolos de desinfección y esterilización, mostrando resultados alentadores en la propagación *in vitro* de plantas ornamentales como el *Lilium* (Hernández-Díaz *et al.*, 2021; Okoroafor, 2022). Este enfoque innovador representa un avance significativo en la biotecnología vegetal, optimizando la producción de especies de alto valor comercial y ornamental. El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de las AgNPs Argovit™ en el establecimiento *in vitro* de *Lilium* sp.

Material y Métodos

Material vegetal

Para la toma de explantes se utilizaron bulbos de calibres comerciales de *Lilium* sp. del híbrido oriental 'Concador select' (calibre 20/22) (Ø 6.1 – 6.8 cm). Estos materiales se almacenaron durante dos meses a 4 °C, con la finalidad de superar la dormancia del material vegetal.

ARTICULO EN PRENSA

http://revistabiociencias.uan.edu.mx ISSN 2007-3380
https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

Nanopartículas de plata (AgNPs) Argovit™

Las nanopartículas de plata fueron proporcionadas por el Centro de Producción Científica Vector-Vita Ltd (Novosibirsk, Rusia, http:// vector-vita. com/) y el producto se comercializa como ¨Argovit¨. La caracterización de las AgNPs (Argovit™) se realizó en estudios previos según Pastelín-Solano *et al*. (2020).

Efecto de AgNPs en la desinfección y establecimiento *in vitro* de *Lilium* sp.

Con el propósito de evaluar el efecto de AgNPs en la desinfección de escamas de *Lilium sp*. durante la etapa de establecimiento *in vitro*, se probaron distintas concentraciones de las AgNPs Argovit™ (0, 25, 50 y 100 mg•L^{-1}) y tiempos de inmersión (5, 10 y 15 minutos). Las escamas medias e internas de los bulbos (Figura 1A y B) se seleccionaron como explantes, lavándose primero con detergente comercial y enjuagándolas con abundante agua. Posteriormente, se sumergieron en CaptanR 50 PH al 0.2% (p/v) durante 15 minutos, seguidas de un enjuague con agua destilada estéril. En la cabina de flujo laminar, se sometieron a inmersión en etanol al 70 % (v/v) durante un minuto y, luego, a desinfección con bicloruro de mercurio ($HgCl_2$) al 0.25 % con una gota de Tween 20 por 7 minutos, con tres enjuagues posteriores en agua destilada estéril.

Finalmente, se emplearon las AgNPs Argovit™ según lo descrito previamente, con tres enjuagues adicionales en agua destilada estéril, y las escamas fueron cortadas en la porción proximal antes de ser implantadas en posición adaxial en un medio de cultivo basal Murashige & Skoog (1962) suplementado con 1.0 mg•L^{-1} de 6-BAP, tiamina (1.0 mg•L^{-1}), mio-inositol (100 mg•L^{-1}) y sacarosa (30 g•L^{-1}), solidificado con 3.5 g•L^{-1} de Phytagel™ (pH ajustado a 5.7 ± 0.1).

Durante la experimentación, los explantes se mantuvieron en una cámara de cultivo bajo condiciones de oscuridad durante 42 días, a una temperatura de 25 ± 2 °C. Al finalizar la incubación, se evaluaron los siguientes parámetros en todos los tratamientos: porcentaje de contaminación, oxidación fenólica y cantidad de microbulbos brotados por escamas de *Lilium sp*. 'Concador select'. Se empleó un diseño experimental bifactorial completamente aleatorizado, con cinco frascos por tratamiento y tres explantes por frasco, sumando un total de 15 repeticiones por tratamiento. Los datos recopilados se analizaron utilizando el software estadístico Info-Stat versión 2020, aplicando la prueba de medias LSD Fisher con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestra el efecto de las AgNPs en la desinfección y el establecimiento *in vitro* de escamas de *Lilium sp.* del híbrido oriental 'Concador select'. El tratamiento con AgNPs a una concentración de 100 mg•L^{-1} y 15 minutos de inmersión logró el mayor nivel de asepsia (94 %), mostrando diferencias significativas respecto a los demás tratamientos. Esto evidencia que el uso de nanopartículas de plata puede proporcionar una actividad microbicida efectiva, reduciendo la contaminación *in vitro* de los explantes, un factor clave para el éxito en la propagación de *Lilium sp.* Además, el tratamiento con 25 mg•L^{-1} de AgNPs Argovit™ y 15 minutos de inmersión resultó en la mayor brotación por explante, con un promedio de 7.03 microbulbos, presentando diferencias significativas con los demás tratamientos. Estos hallazgos sugieren que las AgNPs pueden favorecer la

ARTÍCULO EN PRENSA

http://revistabiociencias.uan.edu.mx
ISSN 2007-3380
https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

brotación de escamas a concentraciones específicas, promoviendo el desarrollo vegetal en cultivos *in vitro* (Figura 1). Por otra parte, se pudo observar el efecto positivo de la desinfección con las AgNPs en la respuesta de los explantes de *Lilium* sp. al fenómeno de fenolización (Tabla 1). Donde se evidenciaron los mayores valores de ausencia de oxidación fenólica en las diferentes concentraciones de AgNPs y tiempos de inmersión probados, con marcadas diferencias significativas en relación al tratamiento testigo.

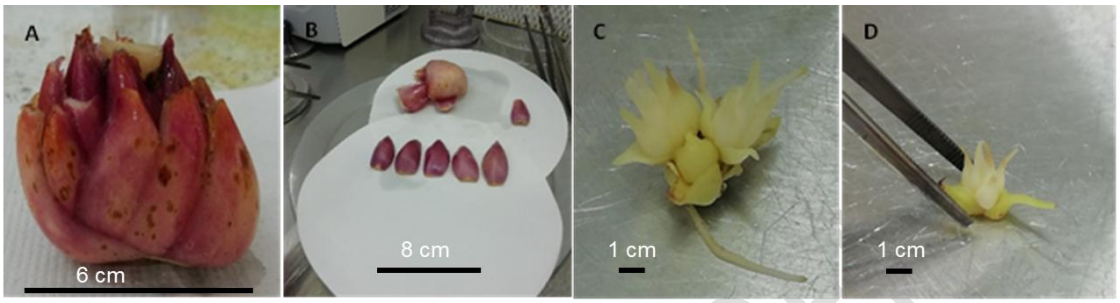

Figura 1. Regeneración *in vitro* de *Lilium sp.* a partir de la utilización de nanopartículas de plata Argovit™ en la etapa del establecimiento *in vitro* (concentración de 25 mg. L^{-1} y 15 minutos de inmersión con nanopartículas de plata). Bulbo donante (A), secciones de escamas (B), inducción de microbulbo (C) y microbulbo diferenciado a los 42 días de edad (D).

ARTÍCULO EN PRE

http://revistabiociencias.uan.edu.mx ISSN 2007-3380
https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

Tabla 1. Efecto de nanopartículas de plata Argovit™ en la desinfección y establecimiento *in vitro* de escamas de *Lilium* sp.

Tiempo (minutos)	Inmersión con AgNPs (mg•L^{-1})	Porcentaje de contaminación (%)	Ausencia de oxidación fenólica (%)	Número de microbulbos brotados por explante
5	0	23 ^{b}	65 ^{d}	3.61 ^{d}
	25	33 ^{b}	100 ^{a}	6.70 ^{b}
	50	27 ^{b}	100 ^{a}	5.70 ^{b}
	100	23 ^{b}	80 ^{b}	4.80 ^{c}
10	0	27 ^{b}	63 ^{d}	3.42 ^{d}
	25	27 ^{b}	100 ^{a}	6.20 ^{b}
	50	33 ^{b}	87 ^{b}	5.90 ^{b}
	100	33 ^{b}	67 ^{d}	4.50 ^{c}
15	0	27 ^{b}	70 ^{c}	3.55 ^{d}
	25	27 ^{b}	100 ^{a}	7.03 ^{a}
	50	33 ^{b}	85 ^{b}	5.84 ^{b}
	100	6 ^{a}	74 ^{c}	4.66 ^{c}

Medias con letra iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas, LSD Fisher, $p \leq 0.05$.

Como se observó en este trabajo, las nanopartículas de plata han demostrado efectos positivos en el cultivo *in vitro* de plantas debido a sus propiedades antimicrobianas y estimuladoras del crecimiento. Estas nanopartículas pueden reducir la contaminación por microorganismos en medios de cultivo, asegurando un entorno más estéril y adecuado para el desarrollo de tejidos vegetales. Además, en plantas como *Brassica juncea* (mostaza india), se ha observado que las nanopartículas favorecen la elongación de brotes y raíces. También en *Solanum tuberosum* (papa) han potenciado la regeneración de plantas en condiciones de laboratorio. Estos beneficios las hacen una herramienta prometedora para la biotecnología vegetal y la mejora de cultivos (Chávez-García *et al.*, 2020; Bello-Bello & Castillo, 2023; Martínez-Martínez *et al.*, 2024; Vázquez-Flores, 2024).

Conclusiones

Se demostró el efecto microbicida de las nanopartículas de plata Argovit™ en la desinfección y establecimiento *in vitro* de *Lilium* sp. del híbrido oriental 'Concador select'. Por otra parte, se logró promover la brotación *in vitro* en el cultivo en la concentración de 25 mg•L^{-1} y 15 minutos de inmersión con nanopartículas de plata. Además, se demostró el efecto positivo de la desinfección con las AgNPs en la respuesta de los explantes de *Lilium* sp. al fenómeno de fenolización.

Contribuciones de los autores

Nuncio-Orta: Investigación, gestión de datos; Juárez-Maldonado: Conceptualización, validación experimental, análisis de datos: Benavides-Mendoza: Conceptualización, análisis de datos; González-García: Validación experimental, conceptualización: Lorenzo-Feijoo: Análisis de datos, revisión y edición; Bogdanchikova: Conceptualización, revisión; Pestryakov: Conceptualización; Companioni-González:

ARTÍCULO EN PRENSA

Desarrollo metodológico, redacción, revisión y edición. Todos los autores han leído y aprobado la versión publicada de este manuscrito.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada por la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila (Código de proyecto: 38111-425405001-2241).

Declaración de ética: No aplica.

Consentimiento informado: No aplica.

Agradecimientos

Esta investigación fue apoyada por la Red Internacional de Bionanotecnología con impacto en Biomedicina, Alimentación y Bioseguridad – CONAHCYT, Universidad Nacional Autónoma de México, Ensenada, Baja California, México.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias

Alfosea-Simón, F. J., Burgos, L., & Alburquerque, N. (2025). Silver nanoparticles help plants grow, alleviate stresses, and fight against pathogens. *Plants*, 14(3), 428. https://doi.org/10.3390/plants14030428

Anisah, S., Ratnadewi, D., & Supena, E. D. J. (2023). Exogenous giberellic acid stimulates bulb dormancy breaking and the role of paclobutrazol in maintaining the size of harvested bulb of lily (*Lilium* sp.) cv. Tisento. *Sains Malaysiana*, 52(7), 1967–1976. http://doi.org/10.17576/jsm-2023-5207-06

Arévalo-Galarza, M., Rios-Florida, L., & García-Osorio, C. (2024). Paclobutrazol y prohexadiona de calcio en la producción de plantas enanas de *Lilium* sp. *Agro-Divulgación*, 4(1). https://doi.org/10.54767/ad.v4i1.282

Basit, A., & Ki-Byung, Lim. (2024). Recent approaches towards characterization, genetic, and genomic perspectives of genus *Lilium*. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 72(1), 1–28. https://doi.org/10.1007/s10722-024-01969-6

ARTÍCULO EN PRENSA

Bello-Bello, J. J., & Spinoso-Castillo, J. L. (2023). Utilización de nanopartículas de plata en la micropropagación de plantas. *Mundo Nano*, 16(30), 1e–14e. https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2023.30.69692

Chávez-García, J. A., Andrade-Rodríguez, M., Bello-Bello, J. J., Rueda-Barrientos, M. C., Guillén-Sánchez, D., & Sainz-Aispuro, M. de J. (2020). Nanopartículas de plata en el establecimiento *in vitro* de ápices de gladiolo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(4a), 557–564. https://doi.org/10.35196/rfm.2020.4-a.557

Dhorajiwala, R. (2022). How do lilies open? The regulation of flower opening in lilies, and how to control it to improve post-harvest quality [Tesis de maestría, Cardiff University]. https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/157774/1

Fan, X., & Sun, H. (2024). Correction: Exploring *Agrobacterium*-mediated genetic transformation methods and its applications in *Lilium*. *Plant Methods*, 20(1), 120. https://doi.org/10.1186/s13007-024-01262-8

García-Pérez, F., Sánchez-Hernández, C., Sánchez-Cabrera, I., Granados-Echegoyen, C. A., Dorantes-Jiménez, J., & Villanueva-Sánchez, E. (2023). Nuevo reporte de *Bradysia* sp. (Diptera: Sciaridae) asociada con *Lilium* sp. (*Liliaceae*) en Ocotlán de Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(7), 1-8. https://doi.org/10.29312/remexcav14i73133

Gong, H., Dusengemungu, L., Peng, Lv., & Igiraneza, C. (2023). Advancements in lily viruses management: Challenges and solutions in elimination and detection. *Horticulturae*, 9(7), 790. https://doi.org/10.3390/horticulturae9070790

Hernández-Díaz, J. A., Garza-García, J. J., Zamudio-Ojeda, A., León-Morales, J. M., López-Velázquez, J. C., & García-Morales, S. (2021). Plant-mediated synthesis of nanoparticles and their antimicrobial activity against phytopathogens. *Journal of the*

ARTÍCULO EN PRENSA

Science of Food and Agriculture, 101(4), 1270–1287. https://doi.org/10.1002/jsfa.10767

Imbago-Lanchimba, J. P., & Gómez-Cabezas, M. A. (2021). Evaluación de grados día desarrollo en la fenología de variedades de *Lilium* sp., en la Florícola Florisol, San José de Minas [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica del Norte]. https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11145

Kamalashree, S., & Nayaka, K. S. (2023). Studies on effects of different sources of levels of calcium on growth, flowering, quality and yield in asiatic lily (*Lilium spp.*) [Tesis de maestría, Keladi Shivappa Nayaka University]. https://krishikosh.egranth.ac.in/items/a0717d39-7d18-444f-b25e-ed35a2ec54e7

Khan, M. S., Gao, J., Munir, I., Zhang, M., Liu, Y., Moe, T. S., Xue, J., & Zhang, X. (2021). Characterization of endophytic fungi, *Acremonium* sp., from *Lilium davidii* and analysis of its antifungal and plant growth-promoting effects. *BioMed Research International*, 2021(11), 9930210. https//doi.org/10.1155/2021/9930210

Lashin, I., Fouda, A., Gobouri, A. A., Azab, E., Mohammedsaleh, Z. M., & Makharita, R. R. (2021). Antimicrobial and *in vitro* cytotoxic efficacy of biogenic silver nanoparticles (Ag-NPs) fabricated by callus extract of *Solanum incanum* L. *Biomolecules*, 11(3), 341. https://doi.org/10.3390/biom11030341

Mantilla, G., Chludil, H., & Martínez, G. (2023). Estudios preliminares del efecto del tratamiento con melatonina sobre la calidad postcosecha en flores de *Lilium* sp. *Investigación Joven*, 10(2), 226. https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/16083

Martínez-Martínez, S. Y., Arzate-Fernández, A. M., González-Pedroza, M. G., García-Núñez, H., & Cruz-Torres, E. D. L. (2024). Actividad antibacteriana de nanopartículas de plata biosintetizadas a partir de extractos de tres especies de

ARTÍCULO EN PRENSA

Agave para inhibir *Bacillus licheniformis*. *Polibotánica*, (58), 149–157. https://doi.org/10.18387/polibotanica.58.10

Mosonyi, I. D., Tilly-Mándy, A., & Honfi, P. (2022). Bud clusters of *Spathiphyllum* cultivars: A novel way to propagate peace lilies *in vitro*. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 21(2), 63–75. https://doi.org/10.24326/asphc.2022.2.6

Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473–497. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x

Noori, A., Hasanuzzaman, M., Roychowdhury, R., Sarraf, M., Afzal, S., Das, S., & Rastogi, A. (2024). Silver nanoparticles in plant health: Physiological response to phytotoxicity and oxidative stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 209(4), 108538. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108538

Okoroafor, U. (2022). Microbial contamination in plant tissue culture and elimination strategies. *Nigerian Agricultural Journal*, 53(2), 348–355. http://www.ajol.info/index.php/naj

Orlikowski, L., Sas-Paszt, L., Wojdyła, A., & Orlikowska, T. (2023). The use of hydrogen peroxide and silver nanoparticles in horticulture. *Journal of Horticultural Research*, 31(2), 1–22. https://doi.org/10.2478/johr-2023-0037

Pałka, P., Cioć, M., Hura, K., Szewczyk-Taranek, B., & Pawłowska, B. (2023). Adventitious organogenesis and phytochemical composition of Madonna lily (*Lilium candidum* L.) *in vitro* modeled by different light quality. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 152(1), 99–114. https://doi.org/10.1007/s11240-022-02391-5

Pastelín-Solano, M. C., Ramírez-Mosqueda, M. A., Bogdanchikova, N., Castro-González, C. G., & Bello-Bello, J. J. (2020). Las nanopartículas de plata afectan la

ARTÍCULO EN PRENSA

micropropagación de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews). *Agrociencia*, *54(1)*, 1–13. https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1878

Patil, A. M., Gunjal, P. P., & Das, S. (2021). *In vitro* micropropagation of *Lilium candidum* bulb by application of multiple hormone concentrations using plant tissue culture technique. *International Journal of Research in Applied Science and Biotechnology*, 8(2), 244–253. https://doi.org/10.31033/ijrasb.8.2.32

Silva, J., & Rocio, J. (2024). Producción de tres cultivares de *Lilium sp.* (Starfighter, Zambessi y Pavia) bajo condiciones de invernadero, en Mancos-Yungay-Áncash [Tesis de licenciatura, AGR-HO]. https://hdl.handle.net/2050012996/6303

Singh, Y., Kumar, U., Panigrahi, S., Balyan, P., Mehla, S., Sihag, P., Sagwal, V., Singh, K. P., White, J. C., & Dhankher, O. P. (2023). Nanoparticles as novel elicitors in plant tissue culture applications: Current status and future outlook. *Plant Physiology and Biochemistry*, 203(20), 108004. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108004

Vázquez-Flores, X. (2024). Alternativa de uso de quitosano y nanopartículas de plata en el cultivo *in vitro* en *Tillandsia ionantha Planch.* [Tesis de licenciatura, Tecnológico Nacional de México, Veracruz]. https://rinacional.tecnm.mx

Winarto, B., Kartikaningrum, S., Rachmawati, F., Pramanik, D., Shintiavira, H., & Wegadara, M. (2024). Potential utilization of filaments and ovules as explant sources in *in vitro* propagation of *Lilium* sp. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 52(1), 13324–13324. https://doi.org/10.15835/nbha52113324

Zeng, Z., Wang, Y., Wang, H., Li, Y., Chen, B., Gou, R., Wang, D., Jiang, Y., Zheng, Y., & Hamed, K. E. (2024). Nanomaterials: Cross-disciplinary applications in ornamental plants. *Nanotechnology Reviews*, 13(1), 20240049. https://doi.org/10.1515/ntrev-2024-0049

ARTÍCULO EN PRENSA

ISSN 2007-3380
https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1906

Zuo, G., Li, K., Guo, Y., Niu, X., Yin, L., Wu, Z., Zhang, X., Cheng, X., Yu, J., & Zheng, S. (2024). Development and optimization of a rapid *in vitro* micropropagation system for the perennial vegetable night lily, *Hemerocallis citrina* Baroni. *Agronomy*, 14(2), 244. https://doi.org/10.3390/agronomía14020244

ARTÍCULO EN PRENSA