Biotecnología Vegetal Vol. 24, 240410, 2024
Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES.
eISSN 2074-8647, RNPS: 2154

Efecto de VIUSID® Agro en la aclimatización *ex vitro* de *Zingiber officinale* Roscoe

Laisyn Posada-Pérez[*1], Yenny Padrón[1], Mariana La O[1], Rafael Gómez-Kosky[2], Berkis Roque[1], Leonardo Rivero[1], Juan Pablo Gómez Posada[2]

[1]Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara.Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

[2]Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (UEB INICA-Villa Clara).Autopista nacional km 246. Ranchuelo. Villa Clara. Cuba. CP 53 100.

RESUMEN

La propagación *in vitro* de jengibre *(Zingiber officinale* Roscoe*)*, asegura la obtención de semilla sana pero se requiere que durante el periodo de aclimatización *ex vitro* se alcance elevada supervivencia y buen desarrollo de las plantas. El VIUSID® Agro es un bioestimulante del crecimiento de las plantas que podría contribuir a este propósito. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la aplicación del VIUSID® Agro a plantas *in vitro* de jengibre durante su aclimatización en casa de cultivo. El VIUSID® Agro (0.5 y 0.8 ml l^{-1}), se aplicó los primeros tres días (dos veces al día) y a partir de los siete días de plantación una vez por semana con una aplicación foliar hasta los 45 días. Se empleó un control sin aplicación. Se evaluó la supervivencia a los 15 días después de plantadas y a los 90 días la altura de la planta (cm), el diámetro del tallo (cm), el número de hojas, la longitud de la raíz principal (cm) y el número de raíces. A los 15 días de cultivo, el tratamiento con VIUSID® Agro incrementó significativamente la supervivencia. Además, a los 90 días de cultivo el mayor crecimiento y desarrollo de las plantas se alcanzó en el tratamiento con este bioestimulante. El empleo del VIUSID® Agro influyó positivamente en la aclimatización *ex vitro* de las plantas *in vitro* de jengibre.

Palabras clave: bioestimulante, crecimiento, propagación *in vitro*

Editora:
Yelenys Alvarado-Capó
Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.

*Correspondencia:
e-mail:
laisyn@ibp.co.cu

Recibido: 23-10-2023
Aceptado: 27-12-23

Copyright:
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/ Está permitido su uso, distribución o reproducción citando la fuente original y los autores.

Effect of VIUSID® Agro on the *ex vitro* acclimatization of *Zingiber officinale* Roscoe

ABSTRACT

In vitro propagation of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) ensures healthy seed, but requires high plant survival and development during the *ex vitro* acclimatization period. VIUSID® Agro is a plant growth biostimulant that could contribute to this goal. The objective of the research was to determine the effect of applying VIUSID® Agro to *in vitro* ginger plants during their acclimatization in a green house. VIUSID® Agro (0.5 and 0.8 ml l^{-1}) was applied twice daily during the first three days, and once a week with a foliar application starting seven days after planting until 45 days. A control without application was used. Survival was evaluated 15 days after planting and at 90 days plant height (cm), stem diameter (cm), number of leaves, main root length (cm), and number of roots. After 15 days of culture, treatment with VIUSID® Agro significantly increased survival. Furthermore, after 90 days of cultivation, the plants achieved the greatest growth and development with this biostimulant. The use of VIUSID® Agro positively

Biotecnología Vegetal Vol. 24, 240410, 2024
Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES.
eISSN 2074-8647, RNPS: 2154

influenced the *ex vitro* acclimatization of the *in vitro* ginger plants.

Keywords: biostimulant, growth, *in vitro* propagation

INTRODUCCIÓN

El jengibre (*Zingiber officinale* Rosc.) es una especie monocotiledónea herbácea perenne de la familia Zingiberaceae, ampliamente utilizada como especia y planta medicinal a nivel mundial (Mustafa y Chin, 2023). Sus rizomas gruesos y tuberosos se consumen tradicionalmente como verdura de cocina, condimento alimentario y remedio herbal. Contienen diversos compuestos bioactivos con reconocidas propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias y antitumorales (Mustafa y Chin, 2023; Garza-Cadena *et al*., 2023).

El jengibre se propaga comúnmente mediante la división del rizoma debido a su floración poco frecuente y a su escasa producción de semillas (Subbarayudu *et al*., 2014). Se requieren muchos propágulos debido a su baja tasa de reproducción. Además, los rizomas del jengibre son vulnerables a enfermedades transmitidas por el suelo, como la marchitez bacteriana y la pudrición del rizoma, que pueden causar pérdidas significativas de rendimiento y calidad durante el almacenamiento y el cultivo (Guji *et al*., 2019; Zhou *et al*., 2022). Estas enfermedades se transmiten fácilmente por los rizomas, lo que provoca altas tasas de infección en la siguiente temporada de crecimiento (Guji *et al*., 2019). La productividad y la calidad se reducen significativamente cuando se utilizan rizomas enfermos como material de propagación (Zhou *et al*., 2022). Por lo tanto, es imperativo cultivar rizomas de plántulas libres de organismos patógenos mediante un método rentable para asegurar el éxito en el cultivo de esta especie.

El cultivo *in vitro* se ha utilizado ampliamente para producir plantas libres de enfermedades en numerosas especies agrícolas (Kim *et al*., 2023). La aclimatización *ex vitro* constituye una de las fases clave en el proceso de propagación *in vitro* para la multiplicación rápida a gran escala de variedades élite. La tasa de supervivencia de las plantas regeneradas mediante cultivo de tejidos transferidas del laboratorio a condiciones *ex vitro* es generalmente baja, debido principalmente a las diferencias de temperatura, humedad, estrés biótico y sustrato utilizado. Las soluciones de riego nutritivas, la humedad relativa y la temperatura son factores importantes que determinan el éxito de la fase de aclimatización *ex vitro* de cualquier cultivo.

Diferentes autores refieren la propagación *in vitro* de jengibre (Abbas et al., 2011; Jagadev *et al*., 2008; Kambaska *et al*., 2009; Juanlang *et al*., 2015; Mohamed *et al*., 2011; Zahid *et al*., 2021). Sin embargo, aclimatización *ex vitro* se señala como la fase crítica para lograr una alta eficiencia (Zahid *et al*., 2021; Zhou *et al*., 2022).

VIUSID® Agro constituye una de las formulaciones que se utilizan como estimulantes del crecimiento de las plantas. Este tiene la particularidad de que todos sus componentes son sometidos a la técnica de activación molecular, procedimiento este que le imprime un aumento considerable en la acción biológica de las sustancias (Catalysis, 2017). Sus componentes influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas; incrementan la floración y mejoran la fructificación en varios cultivos (Gómez-Kosky *et al*., 2019). Además, este tipo de producto está

Biotecnología Vegetal Vol. 24, 240410, 2024
Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES.
eISSN 2074-8647, RNPS: 2154

demostrado que no afecta el medio ambiente y la salud de la población (Peña *et al*., 2021).

Los bioestimulantes contienen en su formación sustancias biológicas que actúan en diferentes rutas metabólicas y/o fisiológicas de las plantas, además influyen en diversos procesos metabólicos tales como la respiración, fotosíntesis, síntesis de ácidos nucleicos y la absorción de iones, mejoran la expresión potencial de crecimiento, la precocidad de la floración, además de ser reactivadores enzimáticos (Du Jardin, 2015). Estas sustancias mediante la estimulación de procesos naturales inducen a la planta al aprovechamiento de nutrientes e incrementan la resistencia a condiciones de estrés biótico y abióticos, dan más vigor a la planta e influyen directamente en el rendimiento (Yakhin *et al.*, 2017).

En el Instituto de Biotecnología de las Plantas se ha establecido un protocolo para la propagación *in vitro* de jengibre (Posada-Pérez *et al*., 2021a). Sin embargo, aunque la supervivencia es alta, la calidad de las plantas requiere mejorarse. Atendiendo a lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación del VIUSID® Agro en la aclimatización *ex vitro* de plantas *in vitro* de jengibre, en casa de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Plantas de jengibre propagadas *in vitro*, vía organogénesis, según el protocolo propuesto por Posada-Pérez *et al*. (2021a), con una altura mayor de 3.0 cm y con desarrollo del sistema radical (Figura 1).

Figura 1. Plantas *in vitro* enraizadas de jengibre (*Zingiber officinale*) listas para aclimatización *ex vitro*.

Biotecnología Vegetal Vol. 24, 240410, 2024
Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES.
eISSN 2074-8647, RNPS: 2154

Bioestimulante

VIUSID® Agro Aminoácidos. Es un fertilizante regulador del crecimiento vegetal. Todos sus ingredientes se han sometido al proceso de activación molecular para aumentar la eficacia de VIUSID® Agro sin alterar sus propiedades, produciendo una serie de beneficios a la hora de tratar los cultivos. Catalysis S.L. España

Composición:

Aminoácidos libres	7% m/m
Nitrógeno (N) total	1.8% m/m
Nitrógeno (N) orgánico	1.8% m/m
Aminograma	
Ácido aspártico	1.6% m/m
Arginina	2.4% m/m
Glicina	2.5% m/m
Triptófano	0.5% m/m

Efecto del VIUSID® Agro en la aclimatización ex vitro

El VIUSID® Agro (0.5 y 0.8 ml l^{-1}), se aplicó los primeros tres días (dos veces al día) y a partir de los siete días de plantación una vez por semana con una aplicación foliar hasta los 45 días. Se empleó un control sin aplicación.

Se utilizaron bandejas de polieturano con 70 orificios de 56 cm^3 de capacidad cada uno. Para cada tratamiento fueron empleadas 140 plantas. Como variables para evaluar la aclimatización de las plantas al ambiente *ex vitro* a los 15 días se cuantificó el número de plantas vivas y se calculó el porcentaje de supervivencia. A partir de este tiempo y hasta los 90 días el desarrollo de las plantas fue evaluado de manera visual; se tuvo en cuenta su supervivencia y que su crecimiento fuera continuo.

A los 90 días se midió la altura de la planta desde la base hasta el ápice, la longitud de la raíz más larga (cm) y el diámetro del tallo (mm) (con la ayuda de un pie de rey). Además, se cuantificó el número de hojas y el número de raíces por planta. Para la plantación se utilizó una mezcla de humus de lombriz y zeolita en una proporción 80:20. La zeolita utilizada fue del tipo litonita de granulometría <4mm. El humus de lombriz fue tamizado a un tamaño de partículas de 4 mm.

Durante la aclimatización *ex vitro* las plantas fueron mantenidas a una temperatura que osciló entre 28± 2 °C (máxima durante el día) y 22± 2 °C (mínima durante la noche), intensidad luminosa entre 248 y 472 µmol m^{-2} s^{-1} (medido con un luxómetro EXTECH Light meter 401025), fotoperíodo de aprox. 14 h al día, humedad relativa media de 80% y frecuencia de riego de una vez al día durante 10 min entre 8:00-8:15 am.

Procesamiento estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versión 23.0. Para el procesamiento de los datos se comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas por las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Se aplicó una prueba de Tukey para

Biotecnología Vegetal Vol. 24, 240410, 2024
Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES.
eISSN 2074-8647, RNPS: 2154

$p<0.05$. Para las variables expresadas en porcentajes se utilizó el paquete STATISTICA versión 12.0. La diferencia entre los valores se determinó mediante la prueba de comparación de proporciones para dos muestras. En todos los casos se establecieron diferencias significativas para $p<0.05$. Todos los experimentos se repitieron dos veces.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El bioestimulante VIUSID® Agro tuvo un efecto positivo en la tasa de supervivencia de las plantas *in vitro* de jengibre con un incremento significativo (100%) con respecto a las no tratadas (92.6%). Estos resultados podrían atribuirse al efecto antiestrés informado para este bioestimulante de acuerdo con su composición, en la que se destaca la presencia de varios aminoácidos (Catalysis, 2017). Al respecto, Azcón-Bieto y Talón (2008) señalaron que los aminoácidos son fácilmente absorbidos por las hojas y raíces de la planta. Entre el 5 y el 20% de estos penetran el primer día de aplicación foliar. Tienen un efecto antiestrés sobre el equilibrio hídrico de las células vegetales.

Es importante destacar que *Ascophyllum nodosum* está presente en un 15% de la formulación de VIUSID® Agro. Se trata de un alga que se encuentra en las costas del Atlántico Norte, donde se nutre de grandes cantidades de minerales arrastrados por los glaciares. Se ha demostrado que varios extractos comerciales de *A. nodosum* mejoran el crecimiento vegetal. De todas las fuentes de bioestimulantes a base de algas, las elaboradas a partir de *A. nodosum* son quizás las mejor estudiadas, con diversos mecanismos de acción propuestos. Además, los extractos hidrolizados comerciales de *A. nodosum* exhiben actividades estimulantes del crecimiento en plantas tratadas, cuando se aplican repetidamente en dosis muy bajas (Shukla *et al*., 2019).

El ácido algínico es un polisacárido, componente estructural de las paredes celulares de *A. nodosum*, que juega un papel decisivo en el balance hídrico y en la respuesta fisiológica al estrés abiótico (Catalysis, 2017). Esto pudo contribuir a la supervivencia registrada en las plantas *in vitro* de jengibre cuando se aplicó este bioestimulante.

Similares resultados informaron Gómez-Kosky *et al.* (2019) durante la aclimatización de plantas *in vitro* de caña de azúcar (*Saccharum* spp. cv. C90-469) y Posada-Pérez *et al*. (2021) con la aplicación de este bioestimulante durante la conversión de embriones somáticos en plantas de cafeto (*Coffea arabica* L.) cv. Carturra Rojo. En ambos cultivos la aplicación del VIUSID® Agro incrementó la supervivencia en condiciones de aclimatización *ex vitro.*

Igualmente, en los tratamientos con VIUSID® Agro se alcanzaron los mayores valores de altura de las plantas, número de hojas, número de raíces y la longitud de la raíz más larga. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con VIUSID® Agro, pero sí con respecto a las plantas que no recibieron su aplicación (control) a los 90 días de aclimatización *ex vitro* (Tabla 2, Figura 2). En cuanto al diámetro del tallo, el tratamiento con 0.8 ml l^{-1} presentó diferencias significativas y superó al control.

Biotecnología Vegetal Vol. 24, 240410, 2024
Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES.
eISSN 2074-8647, RNPS: 2154

Tabla 2. Efecto de VIUSID® Agro sobre el crecimiento de la plantas *in vitro* de jengibre (*Zingiber officinale*, Roscoe) a los 90 días de cultivo en condiciones de aclimatización *ex vitro*.

VIUSID (ml l^{-1})	Altura (cm)	Número de hojas	Diámetro del tallo (mm)	Número raíces	Longitud raíz más larga (cm)
0 (control)	12.18 b	13.9 b	2.01c	4.02 b	7.23 b
0.5	14.58 a	15.6 a	3.52 b	6.56 a	9.56 a
0.8	16.72 a	14.5 a	4.63 a	7.02 a	10.01 a
MG+EE	14.49+1.28	14.66+0.27	3.38+1.03	5.86±0.56	8.93+0.76

Letras no comunes en una misma columna indican diferencias significativas entre las medias según prueba de Tukey para p<0.05 n=20 MG: Meia general, EE: error estándar

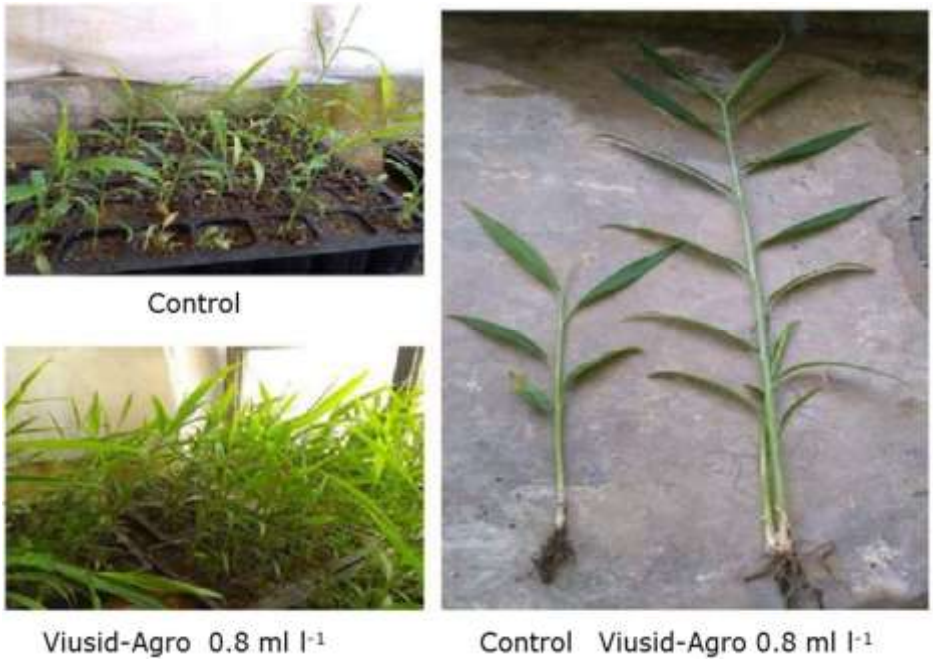

Figura 2. Plantas *in vitro* de jengibre (*Zingiber officinale)* en casa de cultivo a los 90 días del cultivo.

Estos resultados coincidieron con los informados por Sabagh *et al*. (2019) quienes plantearon que el Viusid® Agro aporta aminoácidos, los cuales se han asociado con efectos antioxidantes y estimulantes del crecimiento, tanto en condiciones normales como bajo estreses abióticos como la salinidad y la sequía. Por ejemplo, la glicina, cuando se aplica de forma independiente o en combinación con triptófano, juega un papel fundamental en la formación de clorofilas totales y el crecimiento vegetativo. En este sentido Viusid® Agro contiene 2.5% de glicina y 0.5% de triptófano. Además, los aminoácidos aplicados vía foliar mejoran el rendimiento y la calidad del cultivo y aumentan el número de raíces, lo que se asocia con una mejor absorción de nutrientes y un mayor crecimiento (Souri y Hatamian, 2019; Mosa *et al*., 2021).

Biotecnología Vegetal Vol. 24, 240410, 2024
Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES.
eISSN 2074-8647, RNPS: 2154

Adicionalmente, aplicaciones de Viusid® Agro en cafeto (*Coffea* spp.) mejoran la germinación, el crecimiento inicial de las plántulas y la fase de aclimatización *ex vitro* (Posada-Pérez *et al*., 2021b; Bustamante-González *et al*., 2023; Díaz *et al*., 2023). Por otro lado, en cultivos agrícolas, como el rábano (*Raphanus sativus* L.) y el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en los que este bioestimulante ha sido ampliamente utilizado, se generan incrementos en el número de hojas, biomasa fresca y seca de las plántulas, longitud de raíz y área foliar (Peña *et al*., 2018a; 2018b).

Al respecto, Álvarez *et al*. (2022) afirmaron que la aplicación foliar de bioestimulantes orgánicos y promotores de crecimiento con abundancia de aminoácidos favorece el crecimiento de plántulas de especies forestales producidas en viveros y también incrementa la supervivencia en campo.

CONCLUSIONES

El VIUSID® Agro influye positivamente en la aclimatización *ex vitro* de plantas *in vitro* de jengibre.

REFERENCIAS

Abbas MS, Taha HS, Aly UI, El-Shabrawi HM, Gaber EI (2011) *In vitro* propagation of ginger (*Zingiber officinale* Rosco). J Genet Eng Biotechnol 9:165-172

Álvarez TA, Gutiérrez JEC, Meza AA, Murga CET (2022) Efecto de abonos foliares líquidos orgánicos en la calidad de plantones de cedro colorado (*Cedrela odorata* L.), en fase de vivero. Llamkasun 3(2): 60-75; doi: 10.47797/llamkasun.v3i2.106

Azcón-Bieto J, Talón M (2008) Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill Interamericana de España SL

Bustamante-González, CA, Vázquez-Osorio Y, Fernández-Rosales I, Ferrás-Negrin Y (2023) Effects of different VIUSID Agro® concentrations on the growth of *Coffea arabica* L. seedlings. Agro Productividad 16(7): 79-87; doi: 10.32854/agrop.v16i7.2522

Catalysis (2017) VIUSID Agro, promotor del crecimiento. Disponible en: http://www.catalysisagrovete.com. Consultado 22/09/2023

Díaz MA, Carrillo AG, Suárez CP (2023) Efecto de bioproductos sobre el desarrollo de posturas de café en vivero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 14(4): 495-505; doi: 10.29312/remexca.v14i4.3303

Du Jardin P (2015) Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia horticulturae 196: 3-14

Garza-Cadena C, Ortega-Rivera DM, Machorro-García G, Gonzalez-Zermeño EM, Homma-Dueñas D, Plata-Gryl M, Castro-Muñoz R (2023) A comprehensive review on Ginger (*Zingiber officinale*) as a potential source of nutraceuticals for food formulations: Towards the polishing of gingerol and other present biomolecules. Food Chem 413: 135629

Biotecnología Vegetal Vol. 24, 240410, 2024
Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES.
eISSN 2074-8647, RNPS: 2154

Gómez-Kosky R, Núñez Jaramillo D, Reyes Esquirol C, Bernal Villegas A, Bermúdez Calimano M, Machado Armas P, Álvarez Ferreiro J, Pineda E, Kukurtcu B, Daniels DD (2020) Effect of VIUSID Agro and FitoMas-E on the *ex vitro* acclimatization of sugarcane plants (*Saccharum* spp.) cultivar C90-469. Sugar Tech 17(4): 339-347; doi: 10.1007/s12355-019-00752-7

Guji MJ, Yetayew HT, Kidanu ED (2019) Yield loss of ginger (*Zingiber officinale*) due to bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) in different wilt management systems in Ethiopia. Agriculture, Food Security 8: 1-11

Intagri (2015) Bioestimulantes en nutrición, fisiología y estrés vegetal. Disponible en: https://www.intagri.com Consultado 23/10/2023

Jagadev K, Panda N, Beura S (2008) A fast protocol for *in vitro* propagation of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) of a tribal district of India. Acta Hortic 765 (12); doi: 10.17660/actahortic.2008.765.12

Jualang AG, Nurul TA, Devina D, Hartinie M (2015) *In vitro* shoot regeneration from rhizome bud of native ginger in Borneo, *Etlingera coccinea*. J Trop Plant Physiol 7:36-46

Jie Z, Fengling G, Chuangdong Q, Jiaping F, Ying X, Jinping W (2022) Enracinement et acclimatation *ex-vitro* efficaces pour les plantules de culture tissulaire de gingembre. Culture de cellules, tissus et organes végétaux (*PCTOC*), 150: 451-458

Kambaska KB, Santilata S (2009) Effect of plant growth regulator on micropropagtion of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) cv. Suprava and Suruchi. J Agri Sci & Tech 5(5):271-280

Kim SH, Zebro M, Jang DC, Sim JE, Park HK, Kim KY, Bae HM, Tilahun S, Park SM (2023) Optimization of plant growth regulators for *in vitro* mass propagation of a disease-free 'Shine Muscat' grapevine cultivar. Current issues in molecular biology 45(10): 7721-7733

Mohamed SA, Hussein ST, Usama IA, Hattem M. El-Shabrawi EG (2011) In vitro propagation of ginger (Zingiber o cinale Rosco). J Genet Eng Biotechnol 9 (2): 165-172; doi:10.1016/j.jgeb.2011.11.002

Mustafa I, Chin NL (2023) Antioxidant properties of dried ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) var. Bentong. Foods 12(1): 178

Peña K, Calero-Hurtado A, Olivera-Viciedo D, Rodríguez J, Fernandes T, García R, Ajila G (2021) Respuesta agroproductiva de *Zea mayz* L. con la aplicación foliar de VIUSID Agro®. Revista de La Facultad de Agronomía, Universidad Del Zulia 38(3): 573-584; doi: 10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n3.06

Posada-Pérez L, Padrón Y, Roque B, La O M, Rivero L (2021a) Protocolo para la propagación *in vitro* de *Zingiber officinale* Roscoe vía organogénesis. Biotecnología Vegetal 21(2): 113-118

Posada-Pérez L, Barbón-Rodríguez R, Capote A, Pérez A, Montesino, Padrón Y, Kukurtcu B, Daniels D, Reyes G, Gómez-Kosky R (2021) Effect of VIUSID® Agro on the conversion of somatic embryos of coffee (*Coffea arabica* L.) cv. Red Caturra rojo-884. African Journal of Biotechnology 20(6): 229-236

Sabagh AE, Hossain A, Barutçular C, Islam MS, Ratnasekera D, Kumar N, da Silva JAT (2019) Drought and salinity stress management for higher and sustainable canola (*Brassica napus* L.) production: A critical review. Australian Journal of Crop Science 13(1): 88-96

Souri MK, Hatamian M (2019) Aminochelates in plant nutrition: a review. Journal of plant nutrition 42(1): 67-78

Subbarayudu S, Shankar NB, Sunitibala DH, Bhau BS, Shaik SVKP (2014) Microsporogenesis and pollen formation in *Zingiber officinale* Roscoe. Plant systematics and evolution 300: 619-632

Shukla PS, Mantin EG, Adil M, Bajpai S, Critchley AT, Prithiviraj B (2019) *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. Frontiers in plant science 10: 462648

Yakhin OI, Lubyanov AA, Yakhin IA, Brown PH (2017) Biostimulants in plant science: a global perspective. Frontiers in plant science 7: 2049

Zahid NA, Jaafar HZ, Hakiman M (2021) Micropropagation of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe)‘ Bentong’ and evaluation of its secondary metabolites and antioxidant activities compared with the conventionally propagated plant. Plants 10(4): 630

Zhou J, Liu X, Sun C, Li G, Yang P, Jia Q, Cai X, Zhu Y, Yin J, Liu Y (2022) Silica nanoparticles enhance the disease resistance of ginger to rhizome rot during postharvest storage. Nanomaterials 12: 1418

AGRADECIMIENTOS

A la Empresa española Catalysis por la donación del producto VIUSID® Agro .

Financiamiento: Este trabajo se financió con fondos propios del Instituto de Biotecnología de las Plantas.

Conflicto de interés: Los autores no declaran conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización LPP, Investigación LPP, YPM, MlO, BR, LR, JPGP Metodología LPP, RGK, Supervisión LPP, Escritura LPP, Revisión y edición LPP, RGK

Disponibilidad de datos: Los datos del estudio se presentan en el artículo. Para otras consultas dirigirse a la autora para correspondencia.

Laisyn Posada-Pérez, https://orcid.org/0000-0001-5154-5965
Yenny Padrón, https://orcid.org/0000-0002-2413-7672

Biotecnología Vegetal Vol. 24, 240410, 2024
Instituto de Biotecnología de las Plantas. UCLV. MES.
eISSN 2074-8647, RNPS: 2154

Mariana La O, https://orcid.org/0000-0003-2300-2458
Rafael Gómez-Kosky, https://orcid.org/0000-0003-3656-9824
Berkis Roque, https://orcid.org/0000-0003-4969-2047
Leonardo Rivero, https://orcid.org/0000-0003-3627-9421
Juan Pablo Gómez Posada, https://orcid.org/0009-0008-0685-4812

Como citar:
Posada-Pérez L, Padrón Y, La O M, Gómez-Kosky R, Roque B, Rivero L Gómez-Posada JP (2024) Efecto del VIUSID® Agro en la aclimatización *ex vitro* de jengibre *(Zingiber officinale*, Roscoe). Biotecnología Vegetal 24: 240410