

DESARROLLO FENOLÓGICO DEL CULTIVO DE MALANGA EN CONDICIONES DE INVERNADERO

PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF TALO CULTIVATION UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

¹Ignacio Garay-Peralta , ¹Jesús Herrera-Alarcón , ²Alfredo Díaz-Criollo , ²Marlén Daniela Domínguez-Vazquez , ³Jesús Alberto Garza-Ortega 

^{1,2}Investigador, estudiante Tecnológico Nacional de México (TecNM), Campus Úrsulo Galván (ITUG). Carretera Cardel-Chachalacas km 4.5. Colonia Campestre, en Úrsulo Galván, Veracruz, México. C.P. 91667.

³TecNM, Campus Matehuala (ITMH). Carretera Matehuala -Saltillo km 5. Col Aviación, en Matehuala, San Luis Potosí, México C.P. 78746. [§]Autor de correspondencia: (ignacio.gp@ugalvan.tecnm.mx).

RESUMEN

El cultivo de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) es una planta originaria del sur de Asia, que ha ganado importancia en regiones tropicales de América debido a su alto valor nutritivo y a su potencial comercial. En México, la producción se concentra en el estado de Veracruz, principalmente en los municipios de Actopan y Úrsulo Galván. El presente estudio se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, con el objetivo de evaluar el desarrollo fenológico de la malanga bajo condiciones de invernadero. Se utilizaron 200 plantas en un diseño experimental de bloques completos al azar, evaluando cuatro tratamientos con y sin acolchado plástico más foliares y sin ellos. Las variables analizadas fueron altura y diámetro del tallo y peso del propágulo. Se realizó un análisis de varianza para determinar diferencia estadística entre tratamientos. La comparación de prueba de medias fue por Tukey ($\alpha = 0.05$). Los resultados indicaron que los propágulos provenientes de parcelas comerciales mostraron una adecuada adaptabilidad y desarrollo en condiciones controladas, siendo viables para su uso en sistemas productivos. No se encontraron diferencias significativas en el diámetro del tallo, pero sí en la altura de los propágulos. Se concluye que la malanga cultivada en invernadero representa un potencial para su comercialización y expansión agrícola en zonas tropicales. Se sugiere continuar con investigaciones

adicionales para optimizar las prácticas de cultivo y mejorar la calidad de los propágulos.

Palabras clave: acolchado, fenología, nutriente, propágulos, variables.

ABSTRACT

Malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) is a plant native to southern Asia that has gained importance in tropical regions of the Americas due to its high nutritional value and commercial potential. In Mexico, production is concentrated in the state of Veracruz, mainly in the municipalities of Actopan and Úrsulo Galván. The present study was carried out at the Úrsulo Galván Technological Institute, with the objective of evaluating the phenological development of malanga under greenhouse conditions. Two hundred plants were used in a randomized complete block experimental design, evaluating four treatments with and without plastic mulch plus foliar and without them. The variables analyzed included stem height and diameter, as well as propagule weight, performing an analysis of variance and to determine if there is a statistical difference, a Tukey ($\alpha = 0.05$) mean comparison test was applied. The results indicated that propagules from commercial plots showed adequate adaptability and development under controlled conditions, being viable for use in productive systems. No significant differences were found in stem diameter, but significant

differences were found in propagule height. It is concluded that malanga grown in greenhouses represents a potential for commercialization and agricultural expansion in tropical zones. It is suggested to continue with further research to optimize cultivation practices and improve the quality of propagules.

Index words: mulching, phenology, nutrient, propagules, variables.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) es de las plantas vegetales con mayor antigüedad en el mundo, ya que existe evidencia documentada que señala su presencia desde hace 10 mil años. Proviene del sur de Asia, transitó por África, posteriormente llegó a las zonas tropicales del continente americano por las embarcaciones de esclavos. Existen más de 15 variedades que se propagan vegetativamente y que son cultivables en América, incluyendo el Caribe (Erazo-Díaz, 2022). Los cultivos de tubérculos y raíces se encuentran en el segundo lugar a nivel mundial para superficie sembrada de 47 millones de hectáreas y una producción de 556 millones de toneladas. Si bien es un cultivo no tradicional y por sus características de zona tropical es un producto factible de cultivarse y colocar a México como el principal proveedor de Estados Unidos (Mazariegos-Sánchez et al., 2017).

El volumen de producción nacional es de 47,000 t, generando un valor económico de 252 millones de pesos. El estado de Veracruz es el principal productor con 43 mil t, cultivada principalmente en los municipios de Actopan y Úrsulo Galván, sin embargo (SIAP, 2023a). Para la siembra de malanga se emplean densidades de población entre 12 a 17 mil plantas ha⁻¹, con rendimientos promedio de 40 t ha⁻¹ en ciclos de entre seis y ocho meses.

Específicamente en ambientes tropicales, la malanga ha sido fundamental dentro de los

alimentos cotidiano y significativo con sus pobladores (Arano, 2019).

Este cultivo se enmarca en los productos denominados exóticos o no tradicionales, cuyo consumo mundial ha tenido un auge importante aprovechando el interés por parte de sectores crecientes de consumidores. Debido al contenido de almidón de estructura micro-granular, minerales y vitaminas (magnesio, hierro, fósforo, potasio, sodio, cobre y manganeso, vitamina C, vitamina E y vitamina B6) hacen de la malanga una fuente de alimentos nutritiva y de alta digestibilidad (Bruso, 2017; Mundo Alimentos, 2011; Rodríguez-Miranda et al., 2011).

De acuerdo con el SIAP (2023b), para su cultivo en campo abierto se recomienda realizar un barbecho para después surcar a una distancia de 80 cm entre surcos. En la siembra se pueden utilizar los camotes o las plántulas (propágulos), en función de la disponibilidad de éstos. Si se decide por tubérculos, estos deben ser pequeños (menos de 200 g), enteros y sanos. Si se utilizan plántulas, se deben acondicionar podando las hojas y cortando parte del camote. Los productores de la zona de Actopan Veracruz reportan rendimientos promedios de 50 t ha⁻¹ (Nazario-Lezama et al., 2020).

Existen reportes de cultivo *in vitro* donde se demuestra que los medios de cultivo que contenían nitrato de plata y tiosulfato de sodio mantienen la asepsia y presentan un incremento en el número de explantes (Rodríguez, 2003; Astudillo-Robles, 2013; Martínez et al., 2013).

Sin embargo, no existe información acerca del comportamiento fenológico de la malanga en condiciones de invernadero, por lo que es necesario realizar investigaciones que sirvan como base o referencia para generar alternativas productivas y fortalecer las líneas de investigación en el TecNM campus Úrsulo Galván. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue de evaluar el desarrollo fenológico de la malanga bajo condiciones de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se realizó en el área experimental del Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván., Veracruz, México, en un invernadero (360 m²) y se localiza en los paralelos 96° 22' LN y 19° 24' LO, con una altitud de 20 m (Garay-Peralta et al., 2024).

Diseño de muestreo

Se desarrolló una investigación de dos tratamientos: con y sin acolchado plástico. En cuatro unidades experimentales se evaluaron 200 plantas de malanga, en un diseño de bloques completos al azar (el gradiente de variación es sombra en la parte oeste).

Posteriormente se procedió a sembrar a una distancia de 40 cm entre plantas y un metro entre surcos en el invernadero, con un sistema de siembra de doble hilera. Los tratamientos fueron: 1-Sin acolchado plástico, 2-con acolchado plástico, 3-si acolchado plástico + foliares y 4-con acolchado plástico + foliares.

Imagen de propágulos

Es importante mencionar que el cultivo de malanga no es tan conocido en muchas partes del país e incluso del mundo, por ello la importancia de que conozcan los propágulos que se utilizaron en la investigación y como se colectó al menos la variable de altura del propágulo (Figura I).



Figura I. Propágulos de malanga, que se utilizaron para la investigación 2024.

Variables de estudio

Propágulo: se midió desde el tronco del tallo, hasta donde se seccionó por el “sacador de planta”. Esto se realizó con un flexómetro de 5 m de la marca Truper®. Diámetro de tallo: se estimó midiendo a 5 cm de la base del tallo con un vernier marca Truper®. Peso del propágulo completo: se registró en una báscula analítica de 6 kg de capacidad de la marca Truper®.

Manejo y análisis de datos

Los datos de las variables colectadas fueron analizadas con un ANOVA en el programa SAS (SAS Institute, 2004). Se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de propágulo

Para la variable altura de propágulo se encontró que el material vegetativo establecido en el tratamiento tres fue superior estadísticamente al resto ($p \leq 0.05$), esto se atribuye a que las personas que cortaron el material vegetativo realizaron la actividad de forma empírica, es decir cortaron por

“tanteo” la planta que van obteniendo de la plantación productora del germoplasma, para posteriormente meterla a las lonas y transportarla a los lugares donde se estableció (Figura 2). Aunque se aleatorizó el proceso de selección de propágulos para la siembra, esta condición pudo haber generado una fuente de variación adicional, que se reflejó en los resultados. Espinosa-Cuellar et al. (2011) y Torres-Rapelo et al. (2013) establecieron las plantas con una altura de 15 cm, una vez que fueron obtenidas de forma *in vitro*, mientras que Rodríguez-Fernández (2017), estableció propágulos de 20 a 30 cm en campo, aunque también existen reportes Rayas et al. (2013) de alturas de plantas de 1 a 3 cm, también obtenidas de forma *in vitro*, para evaluar la adaptabilidad en campo los cuales han tenido éxitos en su crecimiento y desarrollo.

Lo anterior se fundamenta mediante un coeficiente de determinación de 0.19, además se observa un escaso coeficiente de variación (8.06 %), lo que es indicativo de la baja variabilidad mostrada en la altura de los propágulos, una raíz media de 3.0 y una altura promedio de 37.6.

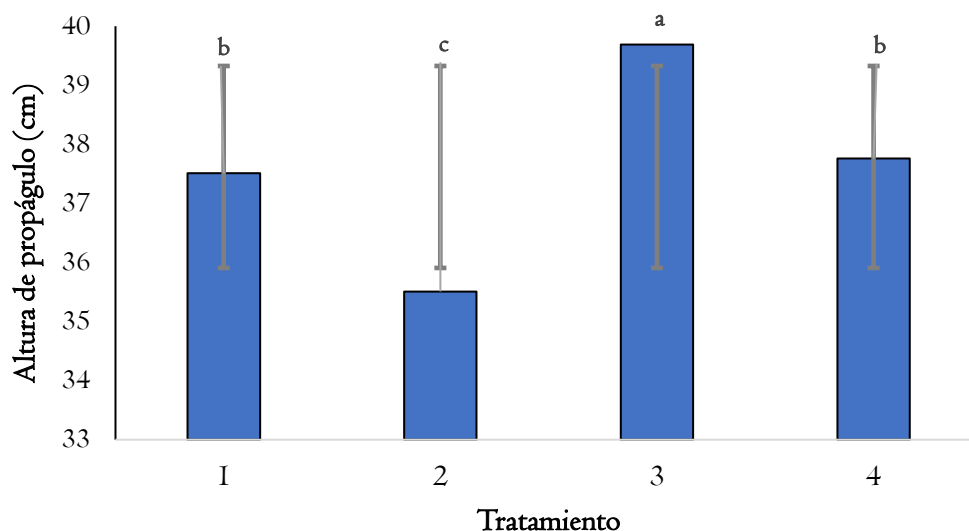


Figura 2. Altura de propágulos de malanga antes del establecimiento del cultivo en invernadero. Letras diferentes en las barras indican diferencia significativa (Tukey, $\alpha = 0.05$), barras verticales = desviación estándar.

Diámetro de tallo

Para la variable diámetro de tallo, no se encontró diferencia estadística ($p > 0.05$); sin embargo es necesario destacar que al seleccionar los propágulos para la siembra de malanga los diámetros deberán ser de al menos 25.4 mm (Chemonics Internacional Inc., s/f), mientras que Madrigal-Abriz et al. (2018) comentan que su grosor debe estar sobre 39 mm, condición que se cumplió en este estudio, lo cual justifica los promedios obtenidos, aunque, Espinosa-Cuéllar et al. (2013) recomiendan diámetros de 6 cm a 7 cm (Figura 3), indicador de la calidad de los propágulos cultivados en invernadero.

Se observó una gran variabilidad en el diámetro en términos estadísticos (coeficiente de variación de 31.9 %), sin embargo, se considera aceptable en función de la variación natural presente en la plantación donde se extrajeron los propágulos, la cual fue de interés comercial. Estos datos se reafirman al tener una raíz del cuadrado medio del

error de 8.61 y un diámetro promedio de 26.93 mm por unidad experimental.

Peso propágulos

Para esta variable no se encontró diferencia estadística ($p > 0.05$), sin embargo, según González-Vélez & Ortiz-López, 1999; Mazariegos-Sánchez et al., 2017; Figueroa-Aguila et al., 2019; SIAP (2023b) el peso del material de propagación deberá ser menor de 200 g, por lo que se observa, de acuerdo a las medias, los propágulos utilizados no rebasaban los 90 g de peso; lo anterior incrementa la resistencia de los propágulos cuando se establece en campo o que no sean arrastrados por la corriente del agua. Espinosa-Cuéllar (2013); Rodríguez-Fernández (2017) mencionan que el peso adecuado o promedio oscila entre 59 g y 85 g; finalmente Gálvez-Guerra et al. (2013) comentan que al menos se deben considerar cinco repeticiones, sin embargo, en este experimente se superó el número de repeticiones recomendadas para tener mayor confiabilidad en los datos (Figura 4).

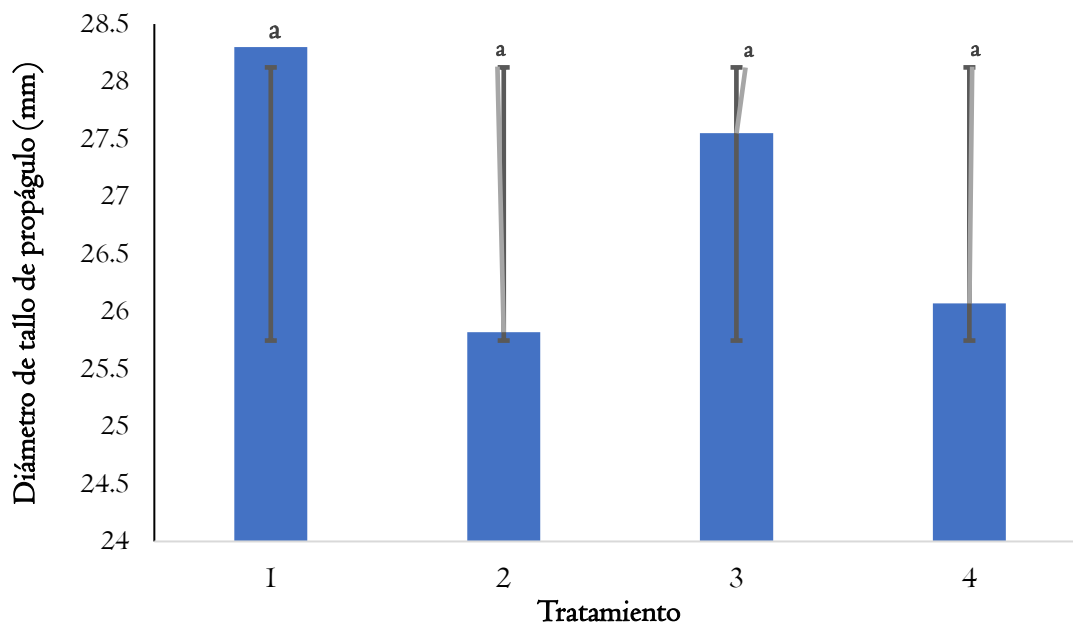


Figura 3. Diámetro de tallo promedio de los propágulos de malanga antes del establecimiento del cultivo en invernadero. Letras iguales en las barras indican que no existe diferencia significativa (Tukey, $\alpha = 0.05$), barras verticales = desviación estándar.

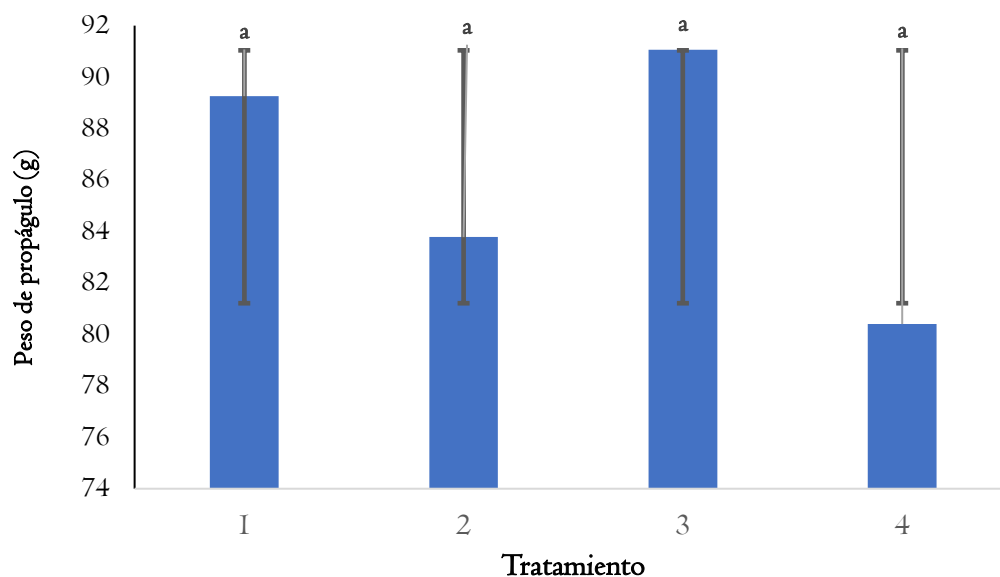


Figura 4. Peso de propágulos promedio de malanga antes del establecimiento del cultivo en invernadero. Letras iguales en las barras indican que no existe diferencia significativa con $p > 0.05$, barras verticales= desviación estándar.

Estos datos permiten explicar los altos porcentajes de coeficiente de variación (62.17 %), lo cual puede ser debido a jornaleros agrícolas no tienen el cuidado en la selección de los propágulos y discriminan plantas de mejor calidad en términos de peso del material vegetal. Adicionalmente se tiene una raíz del cuadrado medio del error de 53.55 y un peso promedio de 86.12 g, para esta variable.

CONCLUSIONES

Se comprobó la factibilidad de utilizar propágulos de malanga provenientes de una parcela comercial para su siembra en invernadero, debido a la adaptabilidad y desarrollo que estos tienen. Los resultados muestran evidencia de la calidad de los propágulos utilizados para el establecimiento de sistemas productivos e incluso para la comercialización de estos, aun siendo material que se ha cultivado por diferentes ciclos productivos, al ser propágulos sanos para su reproducción o plantación.

AGRADECIMIENTOS

Al tecnológico Nacional de México campus Úrsulo Galván, por permitir desarrollar la presente investigación en sus instalaciones

REFERENCIAS

- Arano Á. S. (2019). *Optimización en la micropropagación de malanga (Colocasia esculenta L. Schott) utilizando biorreactores de inmersión temporal* (Master's thesis).
- Astudillo-Robles, J. E. (2013). *Establecimiento y multiplicación in vitro de malanga coco (Colocasia esculenta L. Schott)*. (Doctoral Dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana).
- Bruso, J. (2017). *Valor nutricional de la raíz de malanga*. www.ehowenespanol.com/nutricional-raiz-malanga-sobre_37548/
- Chemomics Internacional Inc. (s/f) Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. *El Cultivo de Malanga coco*.

- <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01C965cm.pdf>
- Erazo-Díaz, E. J. (2022). *Manejo agronómico del cultivo de la malanga (Xanthosoma sagittifolium Schott) en el Ecuador*. (Bachelor's thesis).
- Espinosa-Cuéllar, E., Herrera-Isla, L., Dávila-Martínez, A., Espinosa-Cuéllar, A., Fuigueroa-Aguila, Y., Armario-Aragón, D., Pérez-García, D., & Aguiar, J. (2013). Incidencia de las pudriciones secas de la malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma* spp.) en plantas propagadas de diferentes tipos de material de plantación. *Centro Agrícola*, 40(3), 47-52.
- Espinosa-Cuéllar, E., Herrera-Isla, L., Folgueras-Montiel, M., Cabrera-Jova, M., Espinosa-Cuéllar, A., & Fandiño-Cachemaille, Y. (2011). Efecto depresivo de los agentes causales de las pudriciones secas en plantas producidas in vitro de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(2), 155-161.
- Figuroa-Aguila, Y., Milián-Jiménez, M. D., & Rodríguez-García, Y. (2019). Mejoramiento, conservación y diversidad genética de la malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott.) en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 40(2), 1-27.
- Gálvez-Guerra, D., Cabrera-Jova, M., Beovides-García, Y., Robaina-Jiménez, A., Rodríguez-Morales, S., & Rodríguez-Pérez, D. (2013). Establecimiento in vitro de yemas axilares del clon de *Colocasia esculenta* Schott INIVIT MC-2001'. *Biotecnología Vegetal*, 13(2), 107-112.
- González-Vélez, A., & Ortiz-López, J. (1999). Rendimiento y concentración foliar de nutrimentos de la malanga 'Blanca' bajo dos distancias de siembra y tres niveles de abonamiento. *Journal of Agriculture-University of Puerto Rico*, 83, 41-46.
- Garay-Peralta, I., Villarruel-Fuentes, M., Díaz-Peón, A. L., Chávez-Morales, R., & Herrera-Alarcón, J. (2024). Factores climáticos en el desarrollo y producción de cacao en Úrsulo Galván, Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1), 54337.
- <https://dx.doi.org/10.15517/am.2024.54337>
- Madrigal-Ambriz, L. V., Hernández-Madrigal, J. V., Carranco-Jáuregui, M. E., Calvo-Carrillo, M. de la C., & Casas-Rosado, R. de G. (2020). Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de "Malanga" *Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* (ALAN), 68(2), 175-183.
- Martínez, C., Muñozcano, M., & Santoyo, J. (2010). Paquete tecnológico para el establecimiento de malanga. *Sinaloa México: Fundación Produce Sinaloa*. México. file:///C:/Users/W11/Downloads/Paquete%20tecnol%C3%B3gico%20para%20el%20establecimiento%20de%20malanga%20(1).pdf
- Mazariegos-Sánchez, A., Águila-González, J.M., Milla-Sánchez, A.I., Espinosa-Zaragoza, S., Martínez-Chávez, J., López-Sánchez, C. (2017). Cultivo de malanga (*Colocasia esculenta* Schott) en Tuxtla Chico, Chiapas, México. *Agro Productividad*, 10(3), 75-80.
- Mazariegos-Sánchez, A. (2018). Cultivo de malanga (*Colocasia esculenta* Schott) En Tuxtla Chico, Chiapas, México. *Agro Productividad*, 10(3), 75-80.
- Mundo Alimentos. (9 de febrero de 2011). *La malanga*. www.mundoalimentos2010.blogspot.mx/2011/02/la-malanga.html
- Nazario-Lezama, N., Arvizu-Barrón, E., Mayett-Moreno, Y., Álvarez-Ávila, M. D. C., & García-Pérez, E. (2020). Production and marketing of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Shott) in Actopan, Veracruz, Mexico: Value chain perspective. *Agro Productividad*, 13(5), 59-64. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1660>
- Rayas, A., Cabrera, M., Santos, A., Basail, M., López, J., Medero, V., & Beovides, Y. (2013). Efecto del manitol y el nitrato de plata en la conservación in vitro de la malanga (*Xanthosoma* spp.). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(1), 167-171.

- Rodríguez, A. (2003). Establecimiento *in vitro* de ápices de malanga (*Xanthosoma sagittifolium* Schott). *Cultivos Tropicales*, 24(3), 19-22.
- Rodríguez-Fernández, P. A. (2017). Impacto de los residuos orgánicos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad de la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*, Schott). *Ciencia en su PC*, 2, 59-70.
- Rodríguez-Miranda, J., Rivadeneyra-Rodríguez, J., Ramírez-Rivera, E. D., Juárez-Barrientos, J. M., Herrera-Torres, E. y Navarro-Cortez, R. O. (2011). Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 15(43), 37-47.
- SIAP. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023a). *Malanga*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment_data/filer/data/838424/Malanga_monografi_a_2023.pdf
- SIAP. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023b). *Promueve Agricultura cultivo de malanga en beneficio de productores del sur sureste del país*. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/promueve-agricultura-cultivo-de-malanga-en-beneficio-de-productores-del-sur-sureste-del-pais>
- Torres-Rapelo, A., Montero-Castillo, P., & Durán-Lengua, M. (2013). Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). *Revista Lasallista de Investigación*, 10(2), 52-61.