



ENRAIZAMIENTO DE MINI ESQUEJES DE *Stevia rebaudiana* BERTONI CON ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN HIDROPONÍA

ROOTING OF *Stevia rebaudiana* BERTONI MINI-CUTTINGS WITH INDOLE BUTYRIC ACID IN HYDROPONICS

Patricia del Carmen Paredes-Suárez¹, Arely Bautista-Gálvez², Marynor Elena Ortega-Ramírez², Román Jiménez-Vera³, Mario Benítez-Mandujano³ y Nicolás González-Cortés^{3*}

¹Universidad Tecnológica del Usumacinta, Laboratorio de Biotecnología, Emiliano Zapata, Tabasco, México. ²Universidad Autónoma de Chiapas, Campus Catazajá, Facultad Maya de Ciencias Agropecuarias, Catazajá, Chiapas, México. ³Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Campus Tenosique, Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable, Tenosique Tabasco, México.

*Autor de correspondencia (nicolas.gonzalez@ujat.mx)

RESUMEN

El consumo de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) está aumentando a nivel mundial; sin embargo, la reproducción sexual se ve limitada por varios factores como dificultades en la germinación y crecimiento inicial lento. El objetivo de este estudio fue evaluar la acción del ácido indolbutírico (AIB) sobre el enraizamiento de mini esquejes de estevia cv. Morita II en hidroponía. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado de un solo factor con ocho concentraciones de AIB dentro de un intervalo de 0.0 a 6.0 mg L⁻¹, con 100 explantes por tratamiento. Se seleccionaron plantas madre sanas para obtener mini esquejes apicales de 8.0 ± 0.52 cm de longitud. Se usaron canaletas de polietileno como unidades hidropónicas con dimensiones de 50 × 20 × 16 cm. La solución nutritiva contenía 2 g L⁻¹ de fertilizante Hydro Environment® para cultivo hidropónico de hortalizas, se ajustó a un pH de 6.54 y se habilitó aireación de flujo constante. Las variables respuesta fueron porcentaje de explantes enraizados, número y longitud de raíces y porcentaje de plantas aclimatadas en suelo. Los resultados indicaron que el uso de AIB tuvo un efecto significativo ($P \leq 0.05$) sobre las variables medidas; el mejor tratamiento fue 3.0 mg L⁻¹ de AIB, con mini esquejes con 6.8 ± 1.3 cm de largo, raíces de 8.2 ± 1.7 cm de longitud y el 100 % se aclimataron a suelo. Se concluye que es posible obtener mini esquejes de estevia a los 30 días con sistema radical bien desarrollado y aclimatados a suelo.

Palabras clave: *Stevia rebaudiana*, ácido indolbutírico, mini esquejes, Morita II.

SUMMARY

Consumption of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) is increasing worldwide; however, sexual reproduction is limited by several factors such as difficulties in germination and slow initial growth. The objective of this study was to evaluate indolebutyric acid (IBA) on rooting of mini-cuttings of stevia cv. Morita II under hydroponics. A single-factor completely randomized experimental design was used with eight IBA concentrations within a range of 0.0 to 6.0 mg L⁻¹, and 100 explants per treatment. Healthy mother plants were selected to obtain apical mini-cuttings of 8.0 ± 0.52 cm in length. Polyethylene gutters were used as hydroponic units with dimensions of 50 × 20 × 16 cm. The nutrient solution contained 2 g L⁻¹ of Hydro Environment® fertilizer for hydroponic cultivation of vegetables, adjusted to a pH of 6.54 and constant flow aeration was enabled. The response variables were percentage of rooted explants, number and length of roots and percentage of acclimatized plants in soil. Results indicated that using IBA had a significant effect ($P \leq 0.05$) on measured variables; the best

treatment was 3.0 mg L⁻¹ of IBA, with mini-cuttings with 6.8 ± 1.3 cm long, roots 8.2 ± 1.7 cm long and 100 % acclimatized to the soil. It is concluded that it is possible to obtain stevia mini-cuttings at 30 days with a well-developed root system acclimatized to the soil.

Index words: *Stevia rebaudiana*, indole butyric acid, mini-cuttings, Morita II.

INTRODUCCIÓN

En México la estevia fue introducida en el año 2010 en el sureste del país a través del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); la producción actual es de 500.77 toneladas (CEDRSSA, 2018). El 70 % de la producción mundial de estevia se destina para procesar cristales de esteviósidos, el otro 30 % es para herbarios (Salvador-Reyes *et al.*, 2014). A partir de 2009, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) catalogaron a la estevia como un producto seguro, la demanda de este producto está aumentando, de tal forma que hoy es el segundo mayor edulcorante a nivel global en cuanto a consumo, con un mercado de 400 millones de dólares (CEDRSSA, 2018).

La estevia es una herbácea perenne perteneciente a la familia Asteraceae. Esta planta produce un edulcorante natural no calórico llamado esteviósido, el cual es 300 veces más dulce que el azúcar de caña (Espinal *et al.*, 2006). Las hojas tienen antocianinas y hasta 9.1 % de esteviósidos (Carbonell-Capella *et al.*, 2013; Tadhani y Subhash, 2006), lo anterior le confiere un alto grado de actividad antioxidante (Barba *et al.*, 2014), inhiben el crecimiento de células cancerosas humanas, reducen el

exceso de glucosa en la sangre (Anton *et al.*, 2010), tienden a potenciar la secreción de insulina (Lailerd *et al.*, 2004), tiene capacidad antibacteriana sobre *Streptococcus mutans*, responsable de las caries dentales (Kujur *et al.*, 2010) y otros efectos benéficos en la salud (Yadav *et al.*, 2011). Las dosis diaria de esteviol son de 15.6 mg por kg de peso corporal por día (Maki *et al.*, 2008). Por tanto, la estevia es el mejor sustituto del azúcar, debido a su origen natural y bajo contenido calórico; además, es una buena alternativa para el tratamiento de enfermedades crónicas como diabetes y obesidad (Misra *et al.*, 2011; Mohd-Radzman *et al.*, 2013); así mismo, puede ser consumida por personas sanas que quieran conservar un estilo de vida saludable, debido a que no presenta efectos secundarios (Salvador-Reyes *et al.*, 2014).

La reproducción de estevia es por las vías sexual y asexual (Ramírez, 2011); sin embargo, la reproducción sexual se ve limitada por varios factores como el bajo porcentaje de germinación de las semillas (10 a 38 %), breve período de poder germinativo, dificultad para cosechar la semilla, alto grado de variabilidad genética, cuidados especiales en el almácigo y crecimiento muy lento (Suárez y Quintero, 2014). Además de la demanda de plántulas para densidades de siembra de 50 a 120 mil plantas por hectárea, los precios de venta por planta de la variedad Morita II fluctúan desde 10 hasta 50 pesos mexicanos (CEDRSSA, 2018). Por lo antes expuesto, resulta importante aplicar nuevas estrategias agrobiotecnológicas de propagación de esta especie (Oviedo-Pereira *et al.*, 2015). Es importante conservar las características por medio de la propagación vegetativa o asexual, la cual se realiza a partir de algún órgano de la planta, conservando las características genéticas y fenotípicas de la planta madre (Martínez, 2015). Se ha recurrido a la reproducción asexual mediante estacas para tratar de obtener materiales homogéneos, pero no ha sido muy satisfactorio con respecto a la uniformidad de enraizamiento del material obtenido, teniendo que buscar otras alternativas de propagación (Herrera *et al.*, 2007).

El desarrollo de las plantas está influenciado por la nutrición vegetal y la producción natural de fitohormonas (Báez-Pérez *et al.*, 2015); además, Barba *et al.* (2014) mencionan que se debe considerar la calidad de la planta madre, siendo necesario un óptimo estado sanitario y nutricional; además, el material proveniente de las plantas jóvenes tiene una mejor potencialidad rizogénica. Entre los reguladores del crecimiento que promueven y aceleran la formación de raíces en las plantas se encuentra el ácido indolbutírico (AIB), el cual ha sido ampliamente utilizado para la propagación de esquejes o estacas y acodos. Es factible utilizarlo para la producción de plántulas en condiciones hidropónicas, ya que esta técnica tiene un balance ideal de oxígeno, agua y nutrientes, buen control

del pH, humedad uniforme, excelente drenaje y control de la iluminación. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del ácido indolbutírico en el enraizamiento de mini esquejes de *Stevia rebaudiana* Bertoni en un sistema hidropónico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

El presente estudio se desarrolló en las instalaciones de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (DAMR) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en el municipio de Tenosique, Tabasco, México; municipio que limita con Guatemala, localizado en la sub-región de los Ríos, al sur del estado de Tabasco. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con temperatura media anual de 30.5 °C y la mínima absoluta de 28.4 °C. La precipitación es de 3,286 mm con un promedio máximo mensual de 400 mm en el mes de septiembre y un mínimo mensual de 50 mm en el mes de abril (INEGI, 2015).

Material vegetal

Se usaron plantas madre de estevia variedad Morita II de cuatro meses de edad, adquiridas en un vivero comercial del estado de Chiapas. Las plantas se cultivaron en vivero de la DAMR, se fertilizaron vía foliar con 2 mL L⁻¹ de Bayfolan® y se trataron con 2 mL L⁻¹ de Prozycar® (carbendazim) con aplicaciones cada 4 días por un periodo de 12 días. Posteriormente, se cortaron mini esquejes apicales de 8.0 ± 0.52 cm de longitud conservando las hojas, los cortes se realizaron con tijeras de podar desinfectadas con alcohol al 70 %; luego, los explantes se trataron por inmersión con 2 mL L⁻¹ del fungicida Prozycar® durante 15 min; después, se enjuagaron con agua potable.

Preparación de la solución hidropónica

El fertilizante que se utilizó para el sistema hidropónico fue de la marca Hydro Environment®, con un contenido de nitrógeno de 10 %, fósforo asimilable (P₂O₅) 8 %, potasio asimilable (K₂O) 18 %, azufre 2.5 %, magnesio 1.8 %, calcio 5.9 %, hierro 0.10 %, boro 0.002 %, zinc 0.010 %, cobre 0.0002 % y manganeso 0.002 %. Se preparó la solución con 2 g del fertilizante en 1 L de agua potable, después se adicionó, según cada tratamiento, Phyto® que contiene 3000 ppm de ácido indolbutírico (AIB) por litro del producto comercial, luego se ajustó a un pH a 6.6 con HCl 1 N. Se colocó un sistema de aireación de flujo constante con una bomba Boyu® (Petco, México) de 120 V y presión de 0.01 MPa. No se hizo recambio de solución nutritiva, ya que el consumo por los mini esquejes fue mínimo durante los 22 días que duró el experimento en hidroponía.

Diseño experimental

Para el enraizamiento de los mini esquejes se evaluaron ocho concentraciones de AIB (0.0, 0.5, 1.5, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 y 6.0 mg L⁻¹) en condiciones de cultivo hidropónico, para lo cual se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado de un factor, se emplearon 100 mini esquejes o explantes como réplica por tratamiento. Las unidades hidropónicas fueron canaletas de polietileno color naranja (es el color que se distribuye en el mercado) de 50 × 20 × 16 cm, que contenían la solución nutritiva, la concentración de AIB respectiva y aireación constante. Se usó unicel de 1 cm de espesor como medio de sostén de los mini esquejes. Las variables respuesta fueron porcentaje de enraizamiento, número de raíces por tallo, longitud promedio de raíces y porcentaje de aclimatación. Las primeras tres variables se tomaron a los 22 días de establecido el experimento

Aclimatación en suelo

Después de 22 días de establecido el experimento, los mini esquejes con raíces fueron plantados en macetas de polietileno de 12 x 8 cm con una mezcla de composta y tierra de campo (1:1 v/v). Las macetas se cubrieron con bolsas de polietileno transparente y se mantuvieron en el vivero con polisombra del 50 % en condiciones ambientales de trópico húmedo. Después de ocho días se cuantificó el porcentaje de aclimatación. En la Figura 1 se observa el proceso de micro esquejes enraizados de estevia en hidroponía.

Análisis estadístico

Para determinar la eficacia del AIB se realizó análisis

de varianza de una sola vía y las diferencias significativas entre tratamiento fueron determinadas con la prueba de Tukey a un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Los análisis estadísticos se realizaron empleando el programa de Olivares ver. 1.6 (Olivares, 2015).

RESULTADOS

Porcentaje de enraizamiento

Los resultados obtenidos después de 22 días evidenciaron el efecto del ácido indolbutílico en el enraizamiento de mini esquejes de estevia en condiciones de hidroponía (Figura 1).

Los resultados mostraron que con 3 mg L⁻¹ de AIB se logró obtener el 100 % de los mini esquejes con raíces, mientras que con 1.5 y 2.5 mg L⁻¹ se obtuvo un 90 % en comparación con el testigo, donde sólo el 50 % de los explantes presentaron algunas pequeñas raíces (Cuadro 1).

Número de raíces

El AIB tuvo un efecto significativo ($P \leq 0.05$) en la rizogénesis de mini esquejes apicales de estevia. El mayor número de plantas con raíces (6.8 ± 1.3) se obtuvo con 3.0 mg L⁻¹ de AIB, mostrando que meristemos apicales de estevia pueden originar una planta independiente, seguido de la concentración de 1.5 mg L⁻¹ de AIB, con lo que se generaron 5.4 ± 1.2 raíces por brote, en comparación con el testigo (solución hidropónica sin AIB) con tan solo 2.0 ± 0.7 pequeñas raíces por explante, como se observa en el Cuadro 1.



Figura 1. Efecto del ácido indolbutírico en el enraizamiento de mini esquejes apicales de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertonii) variedad Morita II en hidroponía.

Cuadro 1. Eficiencia del ácido indolbutírico en el enraizamiento de mini esquejes apicales de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) variedad Morita II en hidroponía.

Tratamiento	AIB (mg L ⁻¹)	Enraizamiento (%)	Raíces (No.)	Longitud de raíz (cm)	Aclimatación (%)
T1	0.0	50	2.0 ±0.7 c	1.6 ±0.5 e	20.00
T2	0.5	60	1.1 ±0.6 d	2.4 ±1.1d e	30.00
T3	1.5	90	5.4 ±1.2 b	6.3 ±1.8 b	90.00
T4	2.5	90	2.5 ±1.2 c	3.8 ±1.6 c	90.00
T5	3.0	100	6.8 ±1.3 a	8.2 ±1.7 a	100.00
T6	3.5	60	1.3 ±0.8 d	3.6 ±2.1 c	32.00
T7	4.0	50	1.9 ±1.0 d	2.4 ±1.4 de	34.00
T8	6.0	50	3.2 ±1.0 c	7.0 ±1.4 b	48.00

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamiento (Tukey, P ≤ 0.05).

Longitud de raíces

El AIB tuvo un efecto significativo (P ≤ 0.05) en la longitud de raíces, ya que de las ocho concentraciones evaluadas, con la de 3 mg L⁻¹ de AIB se logró la mayor longitud de raíces con 8.2 ± 1.75 cm, seguida por la concentración de 1.5 mg L⁻¹ de AIB, con la que se generon raíces de 6.3 ± 1.8 cm esto en comparación con el testigo (0.0 mg L⁻¹ de AIB) con tan solo 1.6 ± 0.5 cm (Cuadro 1).

Aclimatación a condiciones de suelo

En cuanto a la aclimatación de plantas obtenidas por rizogénesis en condiciones de hidroponía, se pudo observar que el 100% de los mini esquejes enraizados con 3 mg L⁻¹ de AIB se aclimataron, seguido por la concentración de 1.5 y 2.5 mg L⁻¹ de AIB con un 90 % de aclimatación. Comparativamente, en el testigo se obtuvo sólo un 50 % de enraizamiento, y de estos 50 explantes, sólo el 20% lograron aclimatarse al suelo; esto es, un total de solo 10 mini esquejes.

DISCUSIÓN

Los sistemas hidropónicos tienen grandes ventajas por el aprovechamiento óptimo del agua, como de los elementos disponibles para el crecimiento de las plantas. Zárate (2014) indicó la importancia de la concentración óptima y equilibrada de nitrógeno, fósforo, potasio, microelementos y reguladores de crecimiento en los sistemas de producción hidropónicos para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En este trabajo de investigación se utilizó una solución nutritiva de la marca Hydro Environment®, el cual contiene de forma equilibrada los macro y micro nutrientes; además, se adicionaron diferentes concentraciones de AIB para la inducción rizogénica de mini esquejes apicales de estevia.

Los reguladores de crecimiento se caracterizan por participar en varios procesos morfogénéticos y de

crecimiento; además, dependiendo de su concentración, la misma hormona puede ser estimuladora o inhibitoria de una misma respuesta. Audesirk *et al.* (2008) indicaron que las auxinas promueven el alargamiento de las células y en concentraciones bajas estimulan la rizogénesis, mientras que una concentración alta lo inhibe. En la práctica agronómica las auxinas son utilizadas para que los tallos de las plantas produzcan raíces. De Carvalho y Zaidan (1995) indicaron que uno de los factores que influyen en el enraizamiento de los esquejes es el sustrato utilizado, ya que el desarrollo de raíces también depende de la capacidad de retención de agua y la oxigenación del medio.

Por su parte, Hernández *et al.* (2005) evaluaron concentraciones de 0, 400, 800, 1200, 1600 y 2000 mg L⁻¹ de ácido indolbutílico (AIB) y ácido naftalenacético (ANA) en la formación y longitud de raíces adventicias en estacas basales de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl.) con tres y cuatro nudos y encontraron que el uso de 2000 mg L⁻¹ de AIB propició el mayor número y longitud de raíces por estaca, y cuando se utilizó ANA a 400 mg L⁻¹ y AIB más ANA a 1200 mg L⁻¹ se logró el 100 % de estacas enraizadas, en tanto que con el testigo, un 75 % de enraizamiento. Por otra parte, García *et al.* (2016) evaluaron el efecto de 0, 2500, 5000, 7500 mg L⁻¹ de AIB en la rizogénesis de estacas de nacedero (*Trichanthera gigantea*), dividiendo las ramas en tres secciones: basal, medial y apical, con al menos tres nudos; estos autores obtuvieron el porcentaje más alto (32.6 %) de rizogénesis en estacas apicales con 2500 ppm de AIB. Tejada *et al.* (2020) sometieron micro tallos de arándano obtenidos *in vitro* a diferentes dosis de AIB (100, 200, 400, 800 mg L⁻¹), los resultados mostraron que las dosis de AIB tienen efecto significativo y que el intervalo óptimo es de 100 a 200 mg L⁻¹ AIB.

Por su parte, Suárez y Quintero (2014) trabajaron en la micropropagación de estevia *in vitro* con meristemos pre-existentes, reportaron que en la etapa de establecimiento y multiplicación se incubaron durante cuatro semanas,

el enraizamiento cuatro semanas y la aclimatación ocho semanas; es decir, que en un periodo de cuatro meses obtuvieron plántulas enraizadas, y sólo el 67 % de éstas lograron adaptarse a condiciones de suelo, mientras que Razak *et al.* (2014) reportaron una tasa de sobrevivencia de plantas de estevia del 83.3 % en un sustrato que contenía mezcla de suelo mineral rojo, el cual mostró una mayor capacidad de retención de agua y buena aireación. López *et al.* (2018) evaluaron el efecto de concentraciones de 0.0, 0.5 y 1.0 ppm de AIB en el enraizamiento de esquejes de estevia, y aunque no evaluaron el porcentaje de esquejes enraizados, mencionaron que con 1.0 ppm lograron estacas con tres raíces y 4 cm de longitud. Castañeda-Saucedo *et al.* (2020) evaluaron el enraizamiento de plantas de estevia durante las diferentes estaciones del año utilizando hormonas de crecimiento, sus resultados mostraron que los meses más apropiados para la propagación son febrero, marzo, abril, mayo y julio, con enraizamientos del 96 al 99 %, la investigación concluyó que la estevia puede propagarse vegetativamente mediante esquejes tratados con AIB o ANA; sin embargo, si se comparan los avances reportados en la literatura con los resultados encontrados en esta investigación, se encuentran grandes diferencias favorables sobre la producción de plantas de estevia, las ventajas que pueden mencionarse son: menor cantidad de regulador de crecimiento y obtención de plantas enraizadas en menor tiempo, las cuales muestran un 100 % de aclimatación al suelo.

CONCLUSIONES

El ácido indolbutírico tiene un efecto significativo en el enraizamiento de mini esquejes apicales de estevia variedad Morita II en hidroponía. En 30 días se pueden obtener nuevas plantas de estevia con un sistema radical bien desarrollado y aclimatadas en suelo; por tanto, este proceso es una alternativa apropiada y sustentable para los productores interesados en el cultivo de estevia; además, constituye un medio económico, ágil y breve para la propagación de plántulas de estevia.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por el apoyo con las instalaciones y reactivos utilizados para realizar esta investigación, y al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) por el financiamiento del proyecto "Desarrollo de modelos agroalimentarios en comunidades de alto grado de marginación de Tenosique, Tabasco".

BIBLIOGRAFÍA

- Anton S., C., H. Martin, S. Han, S. Coulon, W. Cefalu, P. Geiselman and D. A. Williamson (2010) Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite* 55:37-43, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2010.03.009>
- Audesirk T., G. Audesirk y B. Byers (2008) *Biología: La Vida en la Tierra*. 8ª edición. Pearson Educación de México. México, D. F. 1024 p.
- Báez-Pérez A., L. González-Molina, E. Solís-Moya, A. Bautista-Cruz y M. A. Bernal-Alarcón (2015) Efecto de la aplicación del ácido indol-3-butírico en la producción y calidad de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6:523-537, <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i3.636>
- Barba F. J., M. N. Criado, C. M. Belda-Galbis, M. J. Esteve and D. Rodrigo (2014) *Stevia rebaudiana* Bertoni as a natural antioxidant/antimicrobial for high pressure processed fruit extract: processing parameter optimization. *Food Chemistry* 148:261-267, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.048>
- Castañeda-Saucedo M. C., E. Tapia-Campos, J. P. Ramírez-Anaya and J. Beltrán (2020) Growth and development of stevia cuttings during propagation with hormones in different months of the year. *Plants* 9:294, <https://doi.org/10.3390/plants9030294>
- Carbonell-Capella J., F. Barba, M. Esteve and A. Frigola (2013) High pressure processing of fruit juice mixture sweetened with *Stevia rebaudiana* Bertoni: optimal retention of physical and nutritional quality. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 18:48-56, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.01.011>
- CEDRSSA, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (2018) Oportunidades para la Agricultura en México: La Estevia. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Ciudad de México. 28 p.
- De Carvalho M. A. M. e L. B. P. Zaidan (1995) Obtenção de plantas de *Stevia rebaudiana* a través de estacas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30:201-206.
- Espinal R. D., W. Delvalle, E. Cifuentes y N. C. Ramia (2006) Propagación *in vitro* de *Stevia rebaudiana* B. a partir de segmentos nodales. *Ceiba* 47:11-18.
- García M. M., J. Jiménez C., A. Alpizar N., E. Jiménez A., L. Chaverri E. y M. I. Camacho C. (2016) Inducción de rizogénesis y crecimiento foliar en estacas de nacedero (*Trichanthera gigantea*). *Alcances Tecnológicos* 11:33-40, <https://doi.org/10.35486/at.v11i1.25>
- Herrera C. F., R. Gómez J. y C. González R. (2007) El cultivo de *Stevia rebaudiana* Bertoni en condiciones agroambientales de Nayarit, México. Campo Experimental Santiago Ixcuintla, INIFAP. Santiago Ixcuintla, Nayarit. 43 p.
- Hernández M. J. R., H. Aramendiz T. y C. E. Cardona A. (2005) Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynierum sagittatum* Aubl.). *Revista Temas Agrarios* 10:5-13, <https://doi.org/10.21897/rta.v10i1.626>
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015) Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tenosique, Tabasco. Clave geo estadística 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/27/27017.pdf> (Enero 2020).
- Kujur R. S., V. Singh, M. Ram, H. N. Yadava, K. K. Singh, S. Kumari and B. K. Roy (2010) Antidiabetic activity and phytochemical screening of crude extract of *Stevia rebaudiana* in alloxan-induced diabetic rats. *Pharmacognosy Research* 2:258-263, <https://doi.org/10.4103/0974-8490.69128>
- Lailerd N., V. Saengsirisuwan, J. Sloniger, C. Toskulkao and E. Henriksen (2004) Effects of stevioside on glucose transport activity in insulin-sensitive and insulin-resistant rat skeletal muscle. *Metabolism Clinical and Experimental* 53:101-107, <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2003.07.014>
- López M. E., A. E. Gil R. y A. López Z. (2018) Enraizamiento de esquejes de *Stevia rebaudiana* Bertoni (Asteraceae) "estevia", aplicando dosis creciente de ácido indolbutírico. *Arnaldoa* 23:569-576, <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.232.23209>
- Maki K. C., L. L. Curry, M. S. Reeves, P. D. Toth, J. M. McKenney, M. V. Farmer and S. M. Tarka (2008) Chronic consumption of rebaudioside A,

- a steviol glycoside, in men and women with type 2 diabetes mellitus. *Food and Chemical Toxicology* 46:S47-S53, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.05.007>
- Martínez C. M. (2015) *Stevia rebaudiana* Bertoni. Una revisión. *Cultivos Tropicales* 36:5-15.
- Misra H., M. Soni, N. Silawat, D. Mehta, B. K. Mehta and D. C. Jain (2011) Antidiabetic activity of medium-polar extract from the leaves of *Stevia rebaudiana* Bertoni on alloxan-induced diabetic rats. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences* 3:242-248, <https://doi.org/10.4103/0975-7406.80779>
- Mohd-Radzman N. H., W. I. W. Ismail, Z. Adam, S. S. Jaapar and A. Adam (2013) Potential roles of *Stevia rebaudiana* Bertoni in abrogating insulin resistance and diabetes: a review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2013:718049, <https://doi.org/10.1155/2013/718049>
- Olivares S. E. (2015) Paquete estadístico versión 1.6. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- Oviedo-Pereira D., S. Alvarenga V., S. Evangelista L., G. Sepúlveda J. y M. Rodríguez-Monroy (2015) Micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bertoni, un cultivo promisorio para México. *BioTecnología* 19:14-27.
- Ramírez J. G. (2011) Paquete tecnológico estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Establecimiento y mantenimiento. Campo Experimental Mocochá. Instituto Nacional Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Mocochá, Yucatán, México. 14 p.
- Razak U. N. A. A., C. B. Ong, T. S. Yu and L. K. L. Lau (2014) *In vitro* micropropagation of *Stevia rebaudiana* Bertoni in Malaysia. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 57:23-28, <https://doi.org/10.1590/S1516-89132014000100004>
- Salvador-Reyes R., M. Sotelo-Herrera y L. Paucar-Menacho (2014) Estudio de la stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria* 5:157-163, <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.03.06>
- Suárez I. E. e I. R. Quintero (2014) Micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bertoni, un endulzante natural a través de explantes con meristemas pre-existentes. *Revista Colombiana de Biotecnología* 16:29-33, <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v16n1.29420>
- Tadhani M. and R. Subhash (2006) Preliminary studies on *Stevia rebaudiana* leaves: proximal composition, mineral analysis and phytochemical screening. *Journal of Medical Sciences* 6:321-326, <https://doi.org/10.3923/jms.2006.321.326>
- Tejada A. J. J., M. Oliva, R. Collazos S., N. C. V. Valqui y E. Huaman H. (2020) Efecto del ácido indolbutírico (AIB) sobre el enraizamiento y adaptabilidad de segmentos nodales de arándano (*Vaccinium corimbosum* L.). *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable* 3:24-29, <https://doi.org/10.25127/aps.20193.498>
- Yadav A. K., S. Singh, D. Dhyani and P. S. Ahuja (2011) A review on the improvement of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)]. *Canadian Journal of Plant Science* 91:1-27, <https://doi.org/10.4141/cjps10086>
- Zárate A. M. A. (2014) Manual de Hidroponía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 39 p.