

## BIOESTIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETAL A BASE DE EXTRACTOS DE *Saccharum sp.*, *Solanum lycopersicum* Y *Aloe vera*

### PLANT GROWTH BIOSTIMULATION BASED ON EXTRACTS OF *Saccharum sp.*, *Solanum lycopersicum* AND *Aloe vera*

Aguilar-Jiménez D.<sup>\*1</sup>, Salgado-Bravo R.<sup>1</sup>, Herrera-López H.<sup>1</sup>, Piña Guillén J.<sup>1</sup>, González Vicente R. D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa Educativo de Agrobiotecnología. <sup>2</sup>Programa Educativo de Agricultura Sustentable y Protegida. Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Prolongación Reforma No. 164, Barrio de Santiago Mihuacán, C. P. 74420, Izúcar de Matamoros, Puebla, México.

\*Correo electrónico: [yolot777@hotmail.com](mailto:yolot777@hotmail.com)

#### RESUMEN

Los metabolitos secundarios se biosintetizan como necesidad de sobrevivencia a ciertas condiciones de estrés. Ellos pueden ser usados como repelentes de insectos plaga, biocidas, biofungicidas, etcétera. Ante la necesidad de incrementar la producción de alimentos, el empleo de agroquímicos es exagerado causando daños al medio ambiente. Por ello, surge la necesidad de buscar alternativas que mitiguen dicho daño ambiental ya que repercute de forma directa e indirecta en la salud de las personas. Por lo tanto, se plantea el empleo de metabolitos secundarios obtenidos de plantas como bioestimuladores de crecimiento vegetal, que aplicados de forma exógena, induzcan respuestas morfogénicas o fisiológicas. Para ello, se realizaron tres experimentos: extracto de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) var. ATEMEX aplicado en yemas de *Saccharum sp.* var. ITV, extracto de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 aplicado en plantas de semilla criolla de *Solanum lycopersicum*, y finalmente, un extracto con gel de *Aloe vera* aplicado en esquejes de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1. En *Saccharum sp.* var. ITV hubo respuestas para formación y vigor de yemas y de raíz, dependiendo del tipo de extracto y concentración. En *Solanum lycopersicum*, las respuestas dependieron de la concentración de extracto y los resultados fueron

similares al producto comercial. Finalmente, la aplicación de gel de *Aloe vera* en esquejes de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 favoreció la formación y longitud de raíz dependiendo del tratamiento. Todos los datos bajo la prueba de Tukey ( $p=0.05$ ).

**Palabras clave:** bioestimulador, extractos, metabolitos, morfogénesis.

### ABSTRACT

Secondary metabolites are biosynthesized as a necessity for survival under certain stress conditions. They can be used as insect repellents, pests, biocides, biofungicides, etc. Given the need to increase food production, the use of agrochemicals is exaggerated causing damage to the environment. For this reason, the need arises to search for alternatives that mitigate such environmental damage since it has a direct and indirect impact on people's health. Therefore, the use of secondary metabolites obtained from plants is proposed as biostimulators of plant growth, which applied exogenously, induce morphogenic or physiological responses. For this, three experiments were carried out: sugar cane extract (*Saccharum sp.*) var. ATEMEX applied to buds of *Saccharum sp.* var. ITV, *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 applied to Creole seed plants of *Solanum lycopersicum*, and finally, an extract with *Aloe vera* gel applied to cuttings of *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1. In *Saccharum sp.* var. ITV there were responses for bud and root formation and vigor, depending on the type of extract and concentration. In *Solanum lycopersicum*, the responses depended on the extract concentration and the results were similar to the commercial product. Finally, the application of *Aloe vera* gel on cuttings of *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 favored root formation and length depending on the treatment. All the data under the Tukey test ( $p = 0.05$ ).

**Key words:** biostimulator extracts, metabolites, morphogenesis.

## INTRODUCCIÓN

El empleo y estudio de extractos vegetales se ha realizado desde tiempos muy remotos con diferentes fines, por ejemplo, para saber el tipo de metabolitos que contienen y con base en ello determinar su posible uso (Rodríguez *et al.* 2000). Los extractos de plantas también se han empleado para el control de diferentes insectos plaga y de enfermedades causadas por hongos y bacterias en cultivos agrícolas (Grainge y Ahmed, 1988; Harborne, 1993; Funes, 1997; Rodríguez y Nieto, 1997 y Celis *et al.*, 2008; Celis, *et al.*, 2009; Mazid *et al.*, 2011; Jiménez y Mosquera, 2014; Barrera *et al.*, 2017). Sin embargo, se desconoce de estudios científicos sobre el empleo de extractos vegetales aplicados a las mismas plantas de donde son obtenidos o a otras para evaluar una posible respuesta fisiológica. Lo cual se cree posible ya que los extractos vegetales, al igual que el jugo de naranja, pulpa de plátano, emulsión de pescado, endospermo de coco, extracto de malta y extracto de levadura, entre otras sustancias orgánicas de origen complejo (Murashige, 1974; Rodríguez y Hechevarría, 2004), contienen variados metabolitos secundarios (Rodríguez *et al.* 2000) que pueden actuar como estimulantes del crecimiento o señalizadores celulares desencadenando vías de transducción de señales (García, *et al.* 2013) y resultar finalmente en alguna expresión genética, bioquímica o fisiológica de interés agrícola sin la necesidad de recurrir a la cisgénesis o transgénesis, término denominado “cis-trans metabolismo” por Aguilar *et al.* (2015) quienes lo propusieron para estudiar posibles respuestas fisiológicas a partir de la aplicación de extractos vegetales (metabolitos secundarios) sobre plantas tanto de la misma especie como de otras. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes extractos vegetales (aplicados en forma cis y trans) como bioestimuladores de crecimiento vegetal para que en un futuro, se reduzcan costos a los productores y se coadyuve con el medio ambiente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Material vegetal*

Para la obtención de brotes de caña (*Saccharum sp.*) var. ITV se emplearon segmentos de tallo de 12 meses de edad a los cuales se les aplicaron diferentes extractos a partir de caña (*Saccharum sp.*) var. ATEMEX. Los segmentos fueron de 20 cm con una yema cada uno y fueron colocados de forma vertical cuidando que la polaridad de la yema quedara hacia arriba y enterradas a una profundidad aproximada de 5 cm en bolsas de polietileno color negro de 24x9 cm, rellenas con tierra franco arcillosa y de color café. También se emplearon plántulas de jitomate (*Solanum lycopersicum*) de 28 días de edad, obtenidas de semilla criolla en Izúcar de Matamoros y bajo condiciones de invernadero aplicándoles un extracto a partir de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1. En otro bioensayo, se emplearon esquejes de jitomate *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 colocados en charolas de unicel con *peat moss* como sustrato para aplicar gel de sábila (*Aloe vera*) y para verificar si promueve fenómenos rizogénicos.

*Disolventes*

Los disolventes empleados para obtener los extractos con diferente polaridad a partir de hojas de *Saccharum sp.* var. ATEMEX fueron: hexano [ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ ], cloruro de metileno/diclorometano ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) y metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), todos ellos de la marca Golden Bell grado A. C. S. En el caso del extracto de jitomate (*Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 se empleó agua de ósmosis y metanol comercial ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ). Para el gel de *Aloe vera* únicamente se empleó agua de ósmosis para hacer diluciones. Los procedimientos para la obtención de extractos fueron con base a lo que cita Harborne (1984).

*Extractos a partir de caña de azúcar (Saccharum sp. var. ATEMEX) aplicados en estacas de Saccharum sp. var. ITV*

Se emplearon hojas recolectadas en el mes de noviembre de 2015 y se secaron a la sombra durante una semana, posteriormente se trituraron en un molino manual y se colocaron 35 g en matraces Erlenmeyer de 500 mL para adicionarle 300 mL de cada disolvente. El tiempo de maceración fue de dos semanas y posteriormente el exceso de disolvente se eliminó con ayuda de un rotavapor hasta un volumen final de 100 mL de cada extracto vegetal. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 5x3 (Tabla 1) y se evaluó el efecto en estacas de *Saccharum sp.* var. ITV. Se consideró un tratamiento como control positivo (AIA) y otro como control negativo (únicamente agua). La aplicación de los tratamientos fue cada semana durante ocho semanas y posteriormente se registraron los datos de las variables consideradas.

**Tabla 1.** Tratamientos elaborados a partir de *Saccharum sp.* var. ATEMEX analizados sobre yemas laterales de *Saccharum sp.* var. ITV

Tratamiento	Concentración 1 (1 mL en 100 mL de agua)	Concentración 2 (5 mL en 100 mL de agua)	Concentración 3 (10 mL en 100 mL de agua)
Extracto con hexano	T1A	T1B	T1C
Extracto con diclorometano	T2A	T2B	T2C
Extracto con metanol	T3A	T3B	T3C
Ácido Indol-3-acético (AIA)	T4A	T4B	T4C
Agua	T5	T5	T5

NOTA: 1 mL de AIA equivale a 0.1 mg·L<sup>-1</sup>

*Extractos a partir de jitomate (Solanum lycopersicum var. HUNO F1) aplicados en plantas de jitomate criollo*

Se emplearon 100 g de ápices frescos con una longitud de 10 cm, se trituraron con ayuda de un mortero y se colocaron en un recipiente de vidrio transparente para la maceración con 1 L de agua y 1 L de etanol (1:1). El frasco se cubrió con periódico para evitar el paso de luz y se dejó macerar por 8 días. Posteriormente, se filtró al vacío con ayuda de un embudo Büchner y papel filtro Whatman No. 40, en seguida se eliminó el etanol con un rotavapor MINI a 60 °C y se recuperó el extracto, se almacenó bajo condiciones de refrigeración y se aplicó en tres diferentes concentraciones considerando un tratamiento con Rooting® como control positivo y uno con agua como control negativo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Tratamientos elaborados a partir de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 para evaluarse en plántulas de jitomate obtenidas a partir de semilla criolla en Izúcar de Matamoros.

Tratamiento	Descripción
T1	Dosis baja del extracto (1 mL) por planta
T2	Dosis media del extracto (5 mL) por planta
T3	Dosis alta (10 mL) por planta
T4	Control negativo (agua)
T5	Control positivo (Rooting®, 0.04 mL/planta)

Para realizar las aplicaciones, cada cantidad de extracto (1, 5 y 10 mL), así como de Rooting®, fueron aforadas a 100 mL con agua. La primera aplicación se realizó al momento del trasplante, la segunda aplicación a los 10 días y la tercera a los 20 días después del trasplante. Los datos para las variables consideradas se tomaron a los 56 días después del trasplante.

*Gel de sábila (Aloe vera) aplicado en esquejes de Solanum lycopersicum var. HUNO F1.*

En el caso de *Aloe vera*, se obtuvo la pulpa a partir de hojas eliminando la parte superficial con ayuda de un cuchillo y se lavó con agua potable para eliminar el acíbar y poder emplearla al instante

mediante diferentes concentraciones considerando Radix 1500® como control positivo y agua como control negativo (Tabla 3).

**Tabla 3.** Tratamientos elaborados a partir de *Aloe vera* para ser evaluados en esquejes de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1.

Tratamiento	Descripción
T1	Control negativo (agua)
T2	Aplicación de Radix 1500® (control positivo)
T3	Gel de sábila más agua en una relación 25:75 (v/v)
T4	Gel de sábila más agua en una relación 50:50 (v/v)
T5	Gel de sábila más agua en una relación 75:25 (v/v)
T6	Aplicación de gel de sábila sin diluir (100 v/v)

Todos los tratamientos se aplicaron a los dos y quince días después de colocar los esquejes de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 en charolas de unicel de 200 cavidades cada una y en *peat moss* (SUNSHINE MEZCLA 3) como sustrato, dosificando 100 mL de cada tratamiento de forma equitativa entre las repeticiones. Para retirar el sustrato se realizaron varios enjuagues con agua potable, cuidando de no separar las raíces del tallo. Posteriormente con ayuda de un estereoscopio se realizó la cuantificación de las raíces primarias formadas en todos los tratamientos y la longitud de las raíces se tomó con una regla graduada de aluminio.

#### *Análisis de datos*

Para todos los casos, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres replicas por tratamiento para analizar las siguientes variables: número y longitud de brotes y de raíz. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y se aplicó la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la comparación de medias de los tratamientos con ayuda del paquete estadístico Minitab16. Para la

variable formación de raíz en *Saccharum sp.* var. ITV, sólo se consideró el cepellón invadido por las raíces y si éstas eran delgadas, ramificadas o el color que presentaran.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Extractos a partir de caña de azúcar (Saccharum sp. var. ATEMEX) aplicados en estacas de Saccharum sp. var. ITV*

La aplicación de extractos vegetales de *Saccharum sp.* en forma “*trans*” (var. ATEMEX) tuvo resultados palpables (Figura 1) para la variable número de brotes a partir de yemas de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) var. ITV, respuesta que estuvo determinada por la polaridad de los extractos vegetales, siendo superiores los tratamientos “T2C y T3A” no sólo a los tratamientos no polares sino también a los controles negativo (T5) y positivo (TA) en sus tres concentraciones (Tabla 4). Esto demuestra que los metabolitos que favorecieron dicha respuesta son afines a la polaridad del metanol. Sin embargo, puede ser que también a la polaridad de diclorometano pero en menor grado, y es por ello que el tratamiento “T2C” al ser el de mayor concentración haya ejercido un efecto positivo sobre la respuesta mencionada. Por lo tanto, se esperaba que los tratamientos “T3B y T3C” (extractos con metanol) mostraran una respuesta favorable al contener mayor concentración de los posibles metabolitos involucrados en la formación de brotes nuevos a partir de las yemas laterales. Sin embargo, no fue así, esto sugiere que una mezcla de diclorometano más metanol puede ser el disolvente que favorezca una mejor extracción de metabolitos secundarios y estimular respuestas de la variable mencionada. Por otra parte, los brotes obtenidos en los tratamientos T2B y T2C (diclorometano) presentaron hojas con aspecto quemado y cloróticas (Figura 1 C).

De acuerdo a los resultados, la altura de brotes no depende de la polaridad de los extractos, pues como es evidente, las respuestas presentan mucha variación (Tabla 4), no obstante, hay dos



tratamientos (T2B y T4C) que muestran ser superiores de forma estadísticamente significativa (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ) al tratamiento que favoreció mayor número de brotes, posiblemente por un mayor gaste energético en mantener los brotes formados, lo cual también pudo haber incidido sobre el vigor de dichos brotes (vigor tipo 2), pero aun así, para longitud de brotes fue superior al control negativo pero de forma no significativa. Los tratamientos que originaron brotes con vigor tipo 3 son: T4A, T4B, T4C, y T2C; brotes con vigor tipo 2 fueron: T5, T3A, T3B, T3C, T2A, T2B, T1A, T1B y T1C, ninguno originó brotes con vigor tipo 1 (Figura 1). Respuestas esperadas en los tratamientos T4 ya que contienen AIA y cuyo efecto es causar un crecimiento celular (Castrillón *et al.* 2008). En el caso del tratamiento T2C parece interesante de seguir estudiándose ya que la repetición que originó formación de brotes (1.3 ab) también les favoreció un buen vigor.

**Tabla 4.** Número y longitud de brotes a partir de yemas laterales de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) var. ITV bajo la acción de extractos vegetales de *Saccharum sp.* var. ATEMEX.

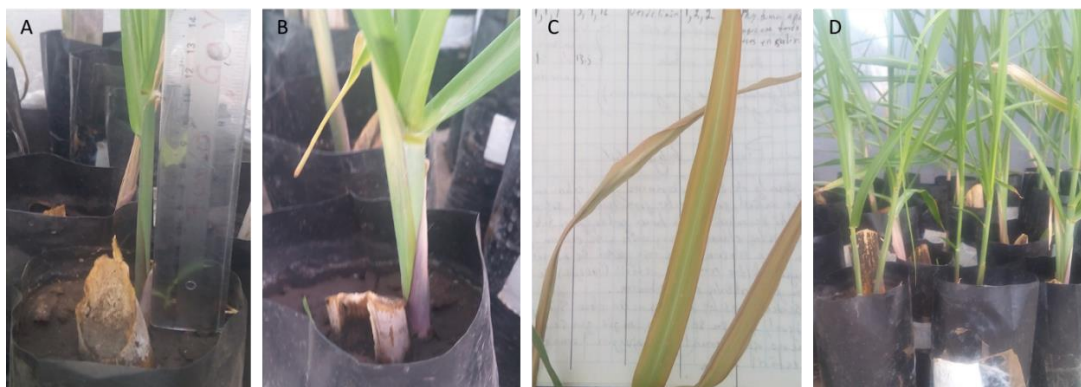
Tratamientos	Variables	
	Número de brotes	Longitud de brotes (cm)
T1A	0.33 b	3.83 bc
T1B	0.66 b	8.63 abc
T1C	0.33 b	3.17 c
T2A	1 b	10 abc
T2B	1 b	15.7 a
T2C	1.3 ab	13 ab
T3A	1.67 a	11.1 b
T3B	1 b	14 ab
T3C	1 b	14.8 ab
T4A	1 b	12.2 ab
T4B	1 b	11.3 b
T4C	1 b	15.8 a

T5

0.67 b

9 abc

Respuestas fisiológicas de brotes de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) var. ATEMEX por tratamiento. Los tratamientos que tienen la misma letra, no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).



**Figura 1.** Respuesta de brotes de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) var. ITV mediante yemas laterales bajo la aplicación de extractos vegetales a partir de *Saccharum sp.* var. ATEMEX. A) Apariencia de brotes (tallos) con vigor 2, B) Apariencia de brotes (tallos) con vigor 3, C) Apariencia de hojas en los tratamientos T2B y T2C y D) Formación de brotes a partir de una yema lateral (T3A).

Por otra parte, el tratamiento que favoreció de manera evidente la formación de raíces, así como de pelos absorbentes, fue el T3A seguido del T3B dándole estabilidad al cepellón (Figura 2). Lo anterior, se esperaba en los tratamientos T4 ya que AIA se ha reportado en respuestas similares (Castrillón *et al.* 2008), sin embargo, dicho resultado pudo ser por las concentraciones bajas ( $0.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) de AIA además de considerar que los brotes de caña son semileñosos. Estos resultados alientan a seguir trabajando mediante técnicas fitoquímicas para tratar de elucidar los metabolitos secundarios que tiene el extracto vegetal T3A ya que no sólo favoreció la formación de brotes sino también de raíces y un vigor de los brotes aceptable. Por lo tanto, los resultados planteados en este trabajo sugieren una alternativa en la producción de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) mediante el aprovechamiento de las hojas para obtener extractos vegetales que beneficien a los productores y a la sociedad en general al minimizar la quema de caña de azúcar para su cosecha.



**Figura 2.** Formación de raíces en brotes de caña de azúcar var. ITV a partir de yemas laterales bajo la aplicación de extractos vegetales a partir de *Saccharum sp.* var. ATEMEX. A-B) Presencia de raíces adventicias (T3B) manteniendo un cepellón compacto, C) Formación de raíces en T3A originando un cepellón compacto y D-F) Cepellones frágiles por la formación de pocas raíces y delgadas.

*Extractos a partir de jitomate (Solanum lycopersicum var. HUNO F1) aplicados en plantas de jitomate criollo*

Se observa que las respuestas son similares, sin embargo, el T2 superó al control positivo (T5) de manera significativa para longitud de planta y diámetro de tallo, esto causa confusión ya que entre el control negativo (T4) y T2 no hay diferencia (Tabla 5), confuso porque el T5 contiene un estimulador de raíz comercial (Rooting®) a una concentración recomendada para una hectárea, y esto lo predisponía para estimular una respuesta diferente en comparación de al menos el control negativo. Pero también pueden deberse las respuestas obtenidas a los diferentes metabolitos que contiene el extracto y cuyo efecto depende de la concentración.

**Tabla 5.** Efecto de extractos de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 aplicados en plantas de *Solanum lycopersicum* (criollo).

Tratamiento	Longitud de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Peso seco de raíz (g)
T1. Dosis baja de extracto (1 mL) por planta	80 ab	1.2 ab	9.3 a
T2. Dosis media de extracto (5 mL) por planta	85.5 a	1.32 a	8.3 ab
T3. Dosis alta de extracto (10 mL) por planta	78.7 ab	1.28 a	8.4 ab
T4. Control negativo (agua)	81.6 ab	1.16 ab	4.7 b
T5. Control positivo (Rooting®, 0.04 mL/ planta)	72.5 b	1.1 b	7.8 ab

Respuestas morfogénicas en plantas de *Solanum lycopersicum* por tratamiento. Los tratamientos que tienen la misma letra, no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).

Para diámetro de tallo, las respuestas son similares, a excepción de T3, que al igual con T2 son superiores estadísticamente al control positivo (T5) con 5 y 10 mL de extracto respectivamente. Datos que muestran un efecto aparentemente positivo frente a T5. Sin embargo, aún permanece la incertidumbre ya que frente al control negativo (T4) no hay diferencia estadística (Tabla 5).

Por lo complejo que fue extraer las raíces de forma casi intacta para contarlas y medirlas, se decidió determinar su peso seco y así evaluar el efecto de cada tratamiento para esta variable, y como resultado, se pudo observar que es única variable en la que hubo un efecto palpable por los tratamientos con extracto de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 y del control positivo, siendo estadísticamente superior sólo T1 respecto a T4 (control negativo) (Tabla 5); resultados que confirman que los extractos vegetales como bioestimuladores de crecimiento vegetal puede ser una alternativa eficiente y rentable para su aplicación agrícola.

*Gel de sábila (Aloe vera) aplicado en esquejes de Solanum lycopersicum var. HUNO F1.*

Los resultados indican que el gel de *Aloe vera* debe de aplicarse diluido, al menos en una relación 1:3 (v/v) de agua y gel de *Aloe vera*, respectivamente (T3), ya que es el tratamiento que tuvo un comportamiento similar al tratamiento positivo (T2), y comparado con el tratamiento negativo (T1), no presenta diferencia estadísticamente significativa, sin embargo, el tiempo de respuesta observado fue de tres días más rápido que todos los demás tratamientos. Se observó, que al incrementarse la cantidad de gel induce a la inhibición de raíz en esquejes de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 (Tabla 6). No obstante, esta alternativa (T3) puede ser de interés para los productores ya que pueden ahorrar la compra de productos comerciales para estimular la formación de raíz en esquejes o plántula de jitomate (*Solanum lycopersicum*), e incluso puede resultar benéfico para otros cultivos hortícolas tal y como lo reporta Giraldo *et al.* (2009), quienes emplearon *A. vera* como enraizador natural en especies forestales teniendo resultados notorios. De igual forma, Rodríguez y Hecheverría (2004) mencionan ésta capacidad del gel de *A. vera* para la formación de raíces, con un comportamiento superior al de reguladores tradicionales.

**Tabla 6.** Efecto de *Aloe vera* aplicado en esquejes de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1.

Tratamiento	Número de raíz	Longitud de raíz (cm)
T1. Control negativo (agua)	12.2 ab	1.92 ab
T2. Aplicación de Radix 1500® (control positivo)	21.8 a	2.12 ab
T3. Gel de sábila más agua en una relación 25:75 (mL)	18.4 a	3.26 a
T4. Gel de sábila más agua en una relación 50:50 (mL)	10.6 ab	1.08 ab
T5. Gel de sábila más agua en una relación 75:25 (mL)	2.8 b	1.62 b

---

T6. Aplicación de gel de sábila sin diluir (100 mL)	7.6 ab	1.44 b
---	--------	--------

---

Respuestas morfogénicas en esquejes de *Solanum lycopersicum* var. HUNO F1 por tratamiento. Los tratamientos que tienen la misma letra, no son estadísticamente diferentes (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).

### CONCLUSIONES

Se obtuvieron extractos vegetales y dosis de aplicación que favorecen la estimulación de respuestas fisiológicas y morfogénicas, en brotes de caña de azúcar (*Saccharum sp.*) var. ITV y en plantas y esquejes de jitomate *Solanum lycopersicum*, de manera similar a los efectos provocados por productos comerciales.

La aplicación de extractos obtenidos a partir de una especie, puede tener efectos palpables tanto en plantas de la misma especie (*cis*), así como en otras especies de plantas (*trans*). Sin embargo, falta realizar más investigaciones sobre los métodos de obtención, partes de las plantas, dosis o concentraciones para respuestas morfogénicas o fisiológicas específicas.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la estudiante: Anayeli Rojas De Jesús y al estudiante: Maurilio Rosalino Pita Alatorre, del P. E. de Agrobiotecnología de UTIM, por su participación activa y directa en el desarrollo experimental del presente trabajo.

### Referencias

1. Aguilar J. D.; Rodríguez De la O J. L.; Reyes T. B. y Martínez S. J. 2015. Respuestas morfogénicas *in vitro* y caracterización fitoquímica de *Euphorbia nutans* Lag. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo.
2. Barrera, V. J. L.; Fernández, H. C. y Pérez, G. K. D. 2017. Extractos vegetales: alternativa de control de *Colaspis sp.* (Coleoptera: Chrysomelidae) en plátano cv. Harton. TEMAS AGRARIOS 23(1): 9-17.

3. Castrillón J. C.; Carvajal, E.; Ligarreto, G. y Magnitskiy S. 2008. El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. *Agronomía Colombiana* 26(1): 16-22.
4. Celis, A.; Mendoza C.; Pachón M.; Cardona J.; Delgado W. y Cuca L. E. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana* 26(1): 97-106.
5. Celis, A., Mendoza, F. C. y Pachón, M. E. 2009. Revisión: uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses. *TEMAS AGRARIOS* 14(1): 5-16.
6. Funes, F. 1997. Experiencias cubanas en agroecología. *Revista Agricultura Orgánica*, p. 10-18.
7. García, M. S.; Gómez, M. F. C.; Trejo, T. L. I. y Herrera, C. E. B. 2013. Factores de transcripción involucrados en respuestas moleculares de las plantas al estrés osmótico. *Rev. Fitotec. Mex.* 36(2): 105-115.
8. Giraldo, C. L. A., Ríos, O. H. F. & Polanco, M. F. 2009. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 0(1): 41-47.
9. Grainge, M. y S. Ahmed. 1988. *Handbook of plant with pest-control properties*. John Wiley and Sons, Nueva York. 470 p.
10. Harborne, H. B. 1984. *Phytochemical Methods (A guide to modern techniques of plant analysis)*. Second edition, Chapman and Hall, New York, pp: 1-36.
11. Harborne, J. B. 1993. *Phytochemical Dictionary. Handbook of bioactive compound from plants*. Taylor and Francis, p. 791.
12. Jiménez, E. V. y Mosquera, O. M. 2014. Actividad antifúngica *In vitro* de tres extractos de plantas frente a *Botrytis cinerea* (Moho gris). *Salud Soc Uptc.* 1(2):16-21.
13. Mazid, S., Kalita, J. and Rajkhowa, R. 2011. A review on the use of biopesticides in insect pest management. *International Journal of Science and Advanced Technology* 1(7): 169-178.
14. Murashige, T. 1974. Plant propagation through tissue cultures. *Ann. Rev. Plant Physiol* 25:135-66.

15. Rodríguez, Aida T.; Morales, D.; Ramírez, M. A. 2000. Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento *in vitro* de hongos fitopatógenos. Cultivos Tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba 21(2): 79-82.
16. Rodríguez, G. H. y Hecheverría, S. I. 2004. Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) N. L. Burm. Rev. Cubana Plant. Med. 9(2): *versión On-line* ISSN 1028-4796
17. Rodríguez, H. C. y D. Nieto. 1997. Anonáceas con propiedades insecticidas. En: Rebouças São Jose, A., I. Vilas Boas, O. Magalhães y R. Hojo (eds). Anonáceas, produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). Bahía, Brasil. p. 229-239.