



## EFFECTO DE LAS RESERVAS NUTRITIVAS Y POSICION DE LAS YEMAS EN EL TALLO EN LA CALIDAD DE LAS PLÁNTULAS DE CAÑA DE AZÚCAR<sup>†</sup>

[EFFECT OF NUTRITIONAL RESERVES AND POSITION OF THE YEMAS IN THE STEM IN THE QUALITY OF SUGAR CANE PLANTS]

Iris Amairani García-Alejandro <sup>1</sup>, Candy De los Santos Ruiz <sup>1</sup>, Samuel Córdova Sánchez <sup>1\*</sup>, Sergio Salgado García <sup>2</sup>, Raúl Castañeda Ceja<sup>1</sup>, Sergio Salgado Velázquez<sup>2</sup>, Manuel Mateo Hernández Villegas<sup>2</sup>, Luz del C. Lagunes Espinoza <sup>2</sup>, Cintya Valerio Cárdenas <sup>2</sup> and Roasa Graciela Santos Arguelles <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Popular de la Chontalpa, División de ciencias básicas e ingenierías. CA-QVyDS. Carr. Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0, Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. [irimcms@gmail.com](mailto:irimcms@gmail.com), [agrodls21@gmail.com](mailto:agrodls21@gmail.com), [mahervi57@gmail.com](mailto:mahervi57@gmail.com), [raulcc33@hotmail.com](mailto:raulcc33@hotmail.com), [cintyavc@hotmail.com](mailto:cintyavc@hotmail.com), [sacorsa\\_1976@hotmail.com](mailto:sacorsa_1976@hotmail.com)

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Área ambiental y ciencia vegetal. Group MASCANA-CP. H. Cárdenas, Tabasco, 86500, México. [salgados@colpos.mx](mailto:salgados@colpos.mx), [lagunes@colpos.mx](mailto:lagunes@colpos.mx), [g2thegcr@hotmail.com](mailto:g2thegcr@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. [rosagraciela85\\_@hotmail.com](mailto:rosagraciela85_@hotmail.com)  
\*Corresponding author

### RESUMEN

Para la resiembra del cultivo de caña de azúcar se utilizan plántulas producidas de yemas de diferentes tamaños de reserva y posiciones en el tallo, sin que hasta el momento se haya determinado el tamaño óptimo de reserva y posición para obtener una planta de calidad. Por ello, se evaluaron cinco tratamientos para reserva nutritiva: T1 (reserva corta), T2 (sin reserva), T3 (media reserva), T4 (reserva larga basal) y T5 (reserva larga superior) y para la posición se utilizó un diseño factorial 2x3 (dos cultivares: MEX69-290 y COLPOSCTMEX05-223 y tres posiciones de yema: basal, media y apical), los tratamientos se distribuyeron en un arreglo completamente al azar. Las yemas fueron sembradas en vasos de unicel con capacidad de un litro y como sustrato se utilizó arena cernida. Se evaluó; porcentaje de emergencia, longitud de raíz y altura de plántula. Los resultados indican que el uso de yemas con diferentes posiciones en el tallo es posible producir plántulas de buena calidad, ya que se obtuvo más de 50% de brotación en ambos cultivares. Los resultados sobre las reservas nutricionales mostraron que el T3 presentó la mayor longitud de raíz (36.2 cm) y T1 presentó la mayor altura de plántula (61.4 cm), mostrando que no hay una relación directa en la altura de planta y la longitud de raíz. Para obtener una plántula de calidad basta con utilizar yemas cortas o media reserva y cualquier posición. Para la producción comercial de plántulas se recomienda sembrar en sustratos ricos en nutrientes.  
**Palabras clave:** Emergencia de plántulas; longitud de raíz; calidad de plántula.

### SUMMARY

For the replanting of the sugarcane crop, plants produced from buds of different reserve sizes and from different positions on the stem are used, without up to now an optimum reserve and position size has been determined to obtain a quality plant. Therefore, five treatments were evaluated for nutritional reserve: T1 (short reserve), T2 (without reserve), T3 (half reserve), T4 (long basal reserve) and T5 (long reserve superior) and for the position a design was used 2x3 factorial (two cultivars: MEX69-290 and COLPOSCTMEX05-223 and three yolk positions: basal, middle and apical), the treatments were distributed in a completely randomized arrangement. The buds were sown in unicel vessels with a liter capacity and sifted sand was used as substrate. It was evaluated; emergency percentage, root length and plant height. The results indicate that the use of buds with different positions in the stem is possible to produce seedlings of good quality, since more than 50% of sprouting was obtained in both cultivars. The results on nutrient reserves showed that T3 had the longest root length (36.2 cm) and T1 had the highest plant height (61.4 cm), showing that there is no direct relationship between plant height and root length. To obtain a quality plant it is enough to use short buds or half reserve and any position. For the commercial production of plants, it is recommended to plant in substrates rich in nutrients.

**Keywords:** Seedling emergence; root length; seedling quality.

<sup>†</sup> Submitted December 4, 2018 – Accepted September 3, 2019. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License. ISSN: 1870-0462.

## INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la caña de azúcar es sembrada para su producción comercial a partir del tallo o una porción del tallo maduro (Salassi y Breaux, 2004). Sin embargo, también existe otro proceso de siembra que es el semi-mecanizado, que incluye operaciones manuales y mecanizadas, requiriéndose alrededor de 12-18 t ha<sup>-1</sup> de material vegetativo. En sí, la siembra de caña de azúcar consiste en tirar manualmente los tallos utilizados como semilla agronómica en el fondo de los surcos, los cuales fueron previamente formados con maquinaria. Los tallos se acomodan para que exista un traslape. Un trabajador camina sobre el surco y con machete corta los tallos en trozos pequeños (dos a tres yemas). Finalmente, los trozos son cubiertos con suelo (Ortiz-Laurel *et al.*, 2016).

La temperatura, la humedad y las condiciones físicas del suelo deben tomarse en cuenta para la plantación. Aunque los trozos de caña contienen los nutrientes y agua requeridos para la germinación del brote principal, los niveles son bajos para soportar el crecimiento continuo del brote y las raíces. El proceso de germinación depende de la temperatura y el cultivar. En términos generales es muy lenta cuando la temperatura del suelo baja a los 17 o 18 °C y será muy rápida cuando la temperatura se aproxime a los 35 °C. La germinación raramente ocurre con temperaturas inferiores a 11°C (Castillo-Torres y Silva, 2004).

En las actividades posteriores a la zafra tenemos una de las más importantes que es la resiembra, poco realizada por los productores, esto permite reponer aquellos surcos o cepas que fueron destruidos durante la cosecha de la parcela, labor que resulta indispensable para mantener la densidad de población requerida, con el fin de mantener u obtener mayores rendimientos (Salgado-García *et al.*, 2012). Los métodos para realizar la actividad antes mencionada: cortes o partes de una cepa de la misma plantación, trozo de tallo y últimamente con plántulas. La producción de plántulas se realiza en viveros. Para resembrar se utilizan plántulas de 45 a 60 días de edad y se colocan cada 50 cm dentro el surco. Para generar las plántulas se utilizan yemas de caña de azúcar con diferente tamaño de reserva y de todo el tallo (basal, media y apical), sin que hasta el momento se haya determinado el tamaño de reserva y la posición óptima en el tallo que permita producir una plántula de calidad; así tenemos algunos ejemplos: yemas largas basales y superiores, según la posición de la yema con respecto a la reserva, y yemas cortas (Salgado-García *et al.*, 2009).

Últimamente se han hecho estudios sobre la evaluación de la “Bud chip” o Yema de media reserva para el

establecimiento de plantaciones comerciales de caña de azúcar (Khalid *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tamaño de las reservas nutritivas de la yema y determinar la posición de la yema en el tallo, para producir plántulas de caña de azúcar de calidad en vivero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el área de recinto del Colegio de Posgraduados - Campus Tabasco, en condiciones bajo techo. Los tallos de caña de azúcar que se recolectaron fueron del cultivar MEX 69- 290 de nueve meses de edad, de una plantación establecida en el poblado C-34 (Lic. Benito Juárez García) del municipio de Huimanguillo, Tabasco, y el cultivar COLPOSCTMEX 05-223 con una edad de ocho meses, se colecto en un rancho propiedad de la Impulsora Agrícola, Ganadera y Comercial, SPR de RL de CV., en el Poblado C-16 en el municipio de H. Cárdenas, Tabasco. Para este estudio se establecieron dos experimentos a la par: a). Tamaño de reservas de nutrientes de la yemas y b). Posición de la yema en el tallo.

### Obtención de yemas

Tamaño de reservas de nutrientes de la yema. Con una segueta se cortaron las yemas del tallo completo para obtener cinco tamaños de reserva de la yema (Figura 1).

1. Yema con reserva corta (tres centímetros hacia arriba de la banda de raíces y dos centímetros de la banda hacia abajo).
2. Yema sin reservas (un centímetro aproximadamente hacia arriba y hacia abajo, sin dañar a la yema).
3. Yema con media reserva (mismas medidas de la yema corta, con un corte longitudinal).
4. Yema con reserva larga basal (un centímetro de la banda de raíces hacia arriba y cinco centímetros de la banda hacia abajo).
5. Yema con reserva larga superior (cinco centímetros después de la banda de raíces hacia arriba y un centímetro hacia abajo).

Posición de la yema en el tallo. Las yemas de un tallo completo se dividen en tres tipos basal, media y apical. Las yemas se cortaron según la posición descrita y con un tamaño de 5 cm de longitud (3 cm de la cicatriz hacia abajo y de 2 cm en la parte superior), para que la banda de raíces y la yema no fueran dañadas. Posteriormente, estas se pusieron a pregerminar en bolsas de plástico semi amarradas por tres días (Figura 2).



Figura 1. Yemas de caña de azúcar con diferente reserva.



Figura 2. Yemas puestas a pregerminar.

### Diseño experimental y tratamientos

Tamaño de reservas de nutrientes de la yema. Se utilizó un diseño completamente al azar, donde los tratamientos fueron los cinco tipos de tamaño de reservas de la yema, con 20 repeticiones cada uno, lo cual generó 100 unidades experimentales.

Posición de la yema en el tallo. Para generar los tratamientos se utilizó un diseño factorial 2x3 (dos cultivares: MEX69-290 y COLPOSCTMEX05-223 y tres posiciones de yema en el tallo de caña: basal, media y apical), los seis tratamientos se distribuyeron en un arreglo completamente al azar con 16 repeticiones. Obteniendo 96 unidades experimentales. Cabe mencionar que los dos experimentos fueron realizados simultáneamente. Como sustrato se utilizó arena de río la cual fue cernida y posteriormente fue lavada en cuatro ocasiones con agua corriente, para eliminar impurezas.

Tamaño de reservas de nutrientes de la yema. Posterior a esto, se colocó en vasos de un litro, numerados del 1 al 5, que se llenaron hasta  $\frac{3}{4}$  partes de su capacidad. La distribución espacial entre unidades experimentales fue aleatoria, comprendiendo veinte filas a lo largo con cinco de ancho, que era el número de tratamientos para el primer experimento.

Posición de la yema en el tallo. los seis tratamientos se

distribuyeron en filas con sus 16 repeticiones, los cuales se aleatorizaron (Figura 3a). Por último, se depositaron las yemas en los vasos y fueron cubiertas con arena con una capa de aproximadamente cinco centímetros de espesor (Figura 3b).

### Manejo del experimento

Las macetas fueron regadas con agua corriente cada dos días durante 65 y 75 días que duró cada uno de los experimentos y se realizaron rotaciones cada semana para evitar efectos de luz.

### VARIABLES DE ESTUDIO

Tamaño de reservas de nutrientes de la yema. A los 65 días se midió la altura de planta y la longitud de raíz. Como se describe a continuación. Posición de la yema en el tallo. A los 75 días se realizaron las siguientes mediciones:

**Brotación.** Para determinar la mejor posición de yema para ambos cultivares, de manera visual a los 25 días después de la siembra se revisó el estado físico de la yema, utilizando la siguiente escala: 1 para plantas que han brotado o que la yema aún está viva y 0 para aquellas yemas que presentaban daños o putrefacción. **Altura de planta (cm).** Se midió con un flexómetro desde la base de la plántula hasta la punta de la hoja número uno.

**Longitud de raíz (cm).** Se midió desde el cuello o anillo que divide la plántula con la raíz hasta la punta de la raíz más larga.

**Peso fresco del follaje (g).** Se pesó la parte vegetativa

(hojas y tallo) con una balanza granataria.

**Peso fresco de la raíz (g).** Se registró el peso de la raíz después de separarla del sustrato.



Figura 3. Distribución espacial de las unidades experimentales: a). Deposito de semilla en macetas y b). Tapado de semilla.

### Análisis estadístico

Para el experimento de tamaño de reservas de nutrientes de la yema, se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente al azar y prueba de comparación de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ). Para el caso del experimento de la posición de la yema en el tallo. Se efectuó un análisis de varianza completamente al azar con un arreglo factorial  $2 \times 3$  (dos cultivares y tres posiciones de yemas) excepto para el porcentaje de brotación, y la prueba de comparación de medias de Tukey, usando el paquete SAS versión 9.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tamaño de reservas de nutrientes de la yema

**Altura de la planta de caña de azúcar.** La altura de planta presentó diferencias altamente significativas, con respecto al tamaño de la reserva de la yema. El coeficiente de variación fue elevado, lo cual se atribuye al tamaño de reserva en cada una de las yemas (Tabla 1). De acuerdo con la prueba de Tukey se formaron tres grupos, el primero lo representa el T1 y T4 que presentaron la mayor altura de planta (61.4 y 54.2 cm, respectivamente), seguidos de los tratamientos T3 Y T5, lo cual se atribuye a que la yema corta es capaz de suministrar los nutrientes necesarios, y la longitud de la raíz no tiene efecto directo en la altura de la planta. Tanto el T1 y T4 se podrían usar para la producción de

plantas de caña de azúcar en vivero y resiembra o en su caso para el establecimiento de una nueva plantación, lo que permitiría aprovechar el 80% del resto de material del tallo (Tamil, 2006). Si la planta se produce en sustratos ricos en nutrientes el vigor de ésta puede ser mayor. En nuestro caso el sustrato fue arena de río debido a que se quería determinar el efecto del tamaño de las reservas en la calidad de las plantas.

Los T3 y T5, presentaron una altura intermedia (Tabla 1) a pesar de tener el mayor tamaño de reservas, lo cual corrobora que para producir plantas de caña de azúcar para la resiembra no es necesario que la yema cuente con tanta reserva. La altura de planta observada con el T3 se ubica dentro del rango de acuerdo con su edad, Álvarez *et al.* (2018), mencionan que la altura de planta para Mex 69-290 a los 45 días de 52.8 cm; y observó que la altura depende del cultivar, ya que lo comparó con los cultivares Mex 68-P-23 (44.2 cm) y CP 72-2086 (42.3 cm).

No se observó la relación de que a mayor altura de planta mayor longitud de raíz. Este mismo comportamiento fue reportado por Álvarez *et al.* (2018) en plantas de 30 días de edad, donde, observó que la semilla artificial de Mex 69-290 tuvo una longitud de raíz de 12.8 cm y una altura de 49.6 cm, en comparación con 11.2 cm de longitud de raíz y 54.6 cm de altura de planta, proveniente de una yema recién cortada. Aunque la altura de planta observada en los

mejores tratamientos puede considerarse adecuada a su edad y también excelente, ya que Domínguez (2013), observó una altura promedio para plantas provenientes de yemas de Mex-69 290 crecidas en diversos sustratos de residuos agroindustriales, de 61.54 cm a los 116 días.

El tercer grupo quedó integrado por el T2, que es el tratamiento que presentó la menor altura, donde la altura de planta se vio posiblemente limitada por la carencia de nutrientes (Figura 4a), por lo que no se recomienda utilizar o manejar este tipo de tamaño de reserva para producir plantas en vivero o invernadero, a menos que se fertilice.

Tabla 1. Longitud de raíz y altura de planta de caña de azúcar de yemas con diferentes tamaños de reservas.

Tratamiento	Longitud raíz (cm)	Altura planta (cm)
T1 Yema con reserva corta	24.6b <sup>‡</sup>	61.4a
T2 Yema sin reserva	25.9b	33.4b
T3 Yema con media reserva	36.2a	49.5ab
T4 Yema con reserva larga basal	28.5ab	54.2a
T5 Yema larga superior	28.7ab	50.5ab
CV%	34.8	36.5
Prob. de F.	0.0049**	0.0004**

\*\*Diferencia altamente significativa. <sup>‡</sup>Medias con la misma literal dentro de la misma columna son iguales estadísticamente Tukey (P<0.05).

A)



B)



Figura 4. A) Altura de las plantas y B) longitud de raíces de caña de azúcar obtenidas a partir de la siembra de yemas con diferente tamaño de reserva.

**Longitud de raíz de la planta de caña de azúcar.** De acuerdo con los resultados del análisis de varianza para las reservas nutrimentales, se observó que la longitud de la raíz a los 65 días después de la siembra presentó una diferencia altamente significativa entre tratamientos (Tabla 1). El coeficiente de variación se considera elevado, pero esta variabilidad se le atribuye al efecto del tamaño de la reserva de las yemas, en la Figura 2 se observan las cinco yemas evaluadas. De acuerdo con la prueba de Tukey se formaron tres grupos de medias, donde el T3 presentó la mayor longitud de raíz (36.2 cm) y los T1 y T2, fueron los que menor longitud de raíz (24.6 y 25.9 cm, respectivamente). Los T4 y T5 que contenían el mayor tamaño de reserva, presentaron una longitud intermedia con respecto a las anteriores (Figura 4b).

La longitud de raíz del T3 puede considerarse adecuada a la edad, Álvarez (2018) menciona que la longitud promedio de raíz para plantas provenientes de semilla artificial crecidas en arena fue de 14.7 cm a los 30 días, lo que implica que a los 65 días se duplica la longitud de raíz. Este mayor crecimiento de raíz puede ayudar a una mejor tolerancia de la planta al estrés hídrico, sea por déficit o por exceso, ya que de acuerdo a Venu *et al.* (2017) el exceso de humedad en el suelo durante el amacollamiento modificó la longitud de raíz, siendo la mayor de 84.42 cm y la más baja de 38.75 cm, debido a que una planta con una buena longitud de raíz es capaz de tolerar más el estrés, ya que su raíz puede crecer a mayor profundidad en el suelo.

#### Posición de la yema en el tallo

**Porcentaje de brotación de las yemas.** Al determinar los porcentajes de brotación (Tabla 2), se encontró que el cultivar MEX 69-290 presentó el más bajo

porcentaje de germinación (58.3%), es decir que germinaron 26 yemas de 48 evaluadas. Por otro lado, el cultivar COLPOSCTMEX 05-223 obtuvo el mayor porcentaje de germinación (79.2%), al germinar 38 de las 48 yemas utilizadas. Las yemas que no germinaron se debieron a la falta de vigor por parte del embrión.

Los resultados del cultivar COLPOSCTMEX 05-223 fueron similares a los reportado por Masukume (2016), en donde el porcentaje de brotación fue de 80%, además observo que la brotación se vio afectada por los principales efectos de los cultivares y tipos de medios de crecimiento de las plántulas. Por otra parte, Singh *et al.* (2011), determinaron que la tasa media de brotación de yemas de caña a los 10, 20, 30 y 40 días después de la siembra (DDS) fue significativamente mayor por el método de cultivo de bolsa de polietileno (26.41, 54.80, 75.16 y 86.34%) al método convencional con 3, 2 y 1 conjunto de yemas. Sin embargo, la tasa promedio de germinación es de 35-40% para yemas de caña en condiciones subtropicales.

Con respecto a la posición de la yema en el tallo, se observa que la brotación es mayor en las yemas provenientes de la parte basal y media del tallo del cultivar COLPOSCTMEX 05-223, superando el 81% de brotación. Valor inferior al reportado por Patnaik *et al.* (2017), quienes encontraron una tasa de brotación de 92.4% en tecnología de yemas de caña y de 52.75% de brotación de yemas de cogollos a través del método convencional, lo que crea una marcada diferencia en la densidad poblacional inicial de planta entre ambos métodos. Además, la técnica de yemas también proporciona la posibilidad de rellenar espacios con plantas provenientes de yemas brotadas en vivero, lo que ayuda a garantizar la posición inicial óptima de la planta en el campo después del trasplante.

**Altura de planta.** De acuerdo con los resultados del análisis de varianza no se observaron diferencias significativas para cultivar, posición de yema, y su interacción CxP (Tabla 3). El coeficiente de variación de 31.9%, es elevado considerando que es un estudio de semicampo, pero posiblemente se deba a la cantidad y calidad de las reservas que posee cada yema, considerando que el tallo de caña tiene una forma de cono alargado. Sin embargo, entre los dos cultivares se encontró una diferencia de 12.59 cm de altura, siendo el cv. MEX69-290 el más alto, esto podría atribuirse que el tallo estaba más maduro. Respecto a las posiciones de yema en el tallo de caña de azúcar se observa una tendencia a mayor altura en la posición basal superando con 7.65 cm por arriba de las otras posiciones restantes. Hay que recordar que este crecimiento se debe únicamente a las reservas presentes en la yema pues el sustrato es arena. La altura

alcanzada por ambos cultivares, se considera adecuada para realizar siembra o resiembra. Al respecto, Sarala *et al.* (2017), en un estudio de campo usando yemas de caña y con diferentes dosis de fertilizantes de N encontró que a los 45 días la planta alcanzó una altura de 1.84 m. Así mismo, Patnaik *et al.* (2017), reportaron que la altura de planta a los 120 días después de la siembra fue más alta en la tecnología de yemas de cañas (285 cm) en comparación con cultivo plantado con segmentos de tallo con 3 yemas (260 cm). También, Samant (2017), reportó que la práctica mejorada del método de yema de caña produjo los macollos más altos por planta (17.3 cm) y el número de tallos por metro (14.2), sus resultados también revelaron que el porcentaje de brotación fue mayor (93.2%) en la tecnología de yemas de caña en comparación al método convencional (68.4%).

Tabla 2. Porcentajes de brotación de los cultivares y posiciones de yema en estudio.

Cultivar	Posición	*B (%)	BT (%)
MEX 69-290	Basal	62.5	58.3
	Media	52.25	
	Apical	43.75	
COLPOSCTMEX 05-223	Basal	81.25	79.2
	Media	87.5	
	Apical	68.75	

B: Brotación; BT: Brotación total.

Tabla 3. Características morfológicas de plántulas de dos cultivares de caña de azúcar.

Cultivar	Posición	PFF	PFR	LR	AP
MEX 69-290	Basal	80.60	57.04	36.70	106.2
	Media	89.12	58.77	39.33	116.77
	Apical	56.15	43.15	40.43	95.50
COLPOSCTMEX 05-223	Basal	91.08	70.54	31.04	103.96
	Media	79.01	64.25	27.04	84.74
	Apical	91.14	61.20	26.41	95.36
Media cultivar (C)					
MEX 69-290		76.96a	53.9b	38.62a	106.98a
COLPOSCTMEX05-223		86.65a	64.52a	28.22b	94.39a
Media de posiciones (P)					
Basal		86.52a	64.67a	33.5a	104.93a
Media		82.97a	62.11a	31.85a	97.28a
Apical		77.53a	54.18a	31.86a	95.42a
C.V. (%)		28.42	24.09	35.75	31.9
Prob. De F para:					
Cultivar (C)		0.05NS	0.001**	0.001**	0.16NS
Posiciones (P)		0.23NS	0.05NS	0.98NS	0.64NS
Interacción (C*P)		0.01*	0.39NS	0.47NS	0.20NS

PFF: Peso fresco follaje, PFR: peso fresco de raíz, LR: Longitud de raíz, AP: altura de planta. \*Dentro de la misma columna, valores con distinta literal indica diferencia estadística para cultivares y posiciones, según Tukey (<0.05).

\*\*Efecto altamente significativo, \*Efecto significativo y NS: no significativo.

**Longitud de raíz.** Se obtuvo diferencia significativa únicamente para cultivar (Tabla 3), con un coeficiente de variación de 35.75%, el cual se considera alto; y pudiera ser influenciado por la cantidad de reserva de cada yema como ya se explicó anteriormente. De acuerdo con Tukey, el cultivar MEX 69-290 supero con 10.4 cm en longitud de raíz al cultivar COLPOSCTMEX05-223. En este caso en particular el cultivar MEX 69-290 fue consistente en su mejor desarrollo de altura y longitud de raíz, contrariamente a los reportado por García (2018), quien observo que la altura y longitud de raíces de las plantas del cultivar MEX 69-290 no tuvieron relación.

**Peso fresco del follaje.** Solo se encontró diferencias significativas para interacción y no para cultivar y posición de yema (Tabla 3). El coeficiente de variación de 28.42%, se considera elevado. Quizás por ello, no permitió detectar las diferencias de los factores cultivar y posición, puesto que el cultivar COLPOSCTMEX05-223, peso 9.69 g más que MEX 69-290 y que las yemas que se encuentran en la posición basal fueron las que presentaron el mayor peso fresco de follaje.

**Peso fresco de raíz.** Con respecto al peso fresco de la raíz, se obtuvo diferencia significativa únicamente para cultivar (Tabla 3), con un coeficiente de variación de 24.09%, el cual se considera alto; y pudiera ser influenciado por la cantidad de reserva de cada yema como ya se explicó anteriormente. De acuerdo con Tukey, el cultivar COLPOSCTMEX05-22390 supero estadísticamente con 10.6 g en peso fresco de raíz al cultivar MEX 69-290, lo cual indicaría un sistema de raíces más voluminoso. Lo cual corrobora la idea de que cualquier posición de yema puede usarse con fines de producción de plántulas y que es necesario evaluar más cultivares para conocer sus ventajas de crecimiento.

## CONCLUSIONES

La mayor longitud de raíz se obtuvo con la yema con tamaño de media reserva (T3). No así para la altura de planta, la cual se presentó en la yema con tamaño de reserva corta, la cual fue capaz de proporcionar los nutrientes que la planta necesitó para su desarrollo (T1). Por otra parte, no se observó una relación directa que, a mayor longitud de raíz de planta, mayor altura. Así mismo, las yemas con reserva larga superior y baja, a pesar de contener más reserva, obtuvieron una altura de planta intermedia (T3 y T5). Por lo tanto, se concluye que se pueden utilizar las yemas media reserva y corta lo que aseguraría plantas vigorosas y mayor cantidad de tallos para la industria.

Para los factores posición y cultivar se concluye que las plántulas de caña de azúcar provenientes de yemas de diferentes posiciones en el tallo de los cultivares

MEX 69-290 y COLPOSCTMEX 05-223, son de buena calidad. Se encontró una brotación de las yemas superior en el cultivar COLPOSCTMEX 05-223 en comparación del cultivar MEX 69-290, aunque, ambas son de buena calidad. Así mismo, se determinó que el uso de yemas de diferentes posiciones en el tallo de caña para la producción de plántulas de calidad es viable, siempre y cuando se utilice semilla con una edad de entre seis y ocho meses. Para producir plantas de caña de azúcar para la resiembra o establecimientos de nuevas plantaciones, es recomendable usar yemas con reserva corta y con media reserva en sustratos ricos en nutrientes para asegurar una mayor calidad de planta. Y no utilizar yemas con el 50% o menos de reservas para la producción de plantas en vivero o invernadero para resiembras o establecimiento de nuevas plantaciones.

## Agradecimientos

Al grupo MASCAÑA del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, por el apoyo económico y las facilidades para realizar el presente trabajo en sus instalaciones.

## REFERENCIAS

- Álvarez, S.G., Salgado, G.S., Córdova, S.S., Castelán, E.M., Ortiz, L.H., García de la, C.R., Castañeda, C.R. 2018. Development of artificial sugarcane seed CP-54 from three cultivars (cv MEX 69-290; cv MEX 68-P-23; cv. CP 72-2086) using polymers in Tabasco, Mexico. *Acta Agron.* 67(1): 94-100.
- Castillo-Torres, R. y Silva, C.E. 2004. Fisiología, floración y mejoramiento genético de la caña de azúcar en Ecuador. Centro de Investigación De la Caña De Azúcar del Ecuador. *Publicación Técnica No. 3.* 26 p.
- Domínguez, G.M. 2013. Evaluación y caracterización de sustratos orgánicos para el crecimiento de plántulas de caña de azúcar. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de postgraduados Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco. Pp. 82-85.
- García, A.I.A. 2018. Efecto de las reservas nutritivas en la calidad de las plantas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis de Licenciatura en Agronomía. División de Ciencias Básicas e Ingenierías. Universidad Popular de la Chontalpa. 30 p.
- Khalid, S., Munsif, F., Ali, A., Ismail, M., Haq, N., Shahid, M. 2015. Evaluation of chip bud settling of sugarcane for enhancing yield to various row spacing. *IJAER.* 1(2): 8-13.

- Masukume, S. 2016. The effect of plant media and intra-row spacing using bud chip technology on growth and yield of sugarcane (*saccharum officinarum* l) varieties. Tesis Doctoral. Department of Agronomy. Midlands state university, England. 94 p.
- Ortiz-Laurel, H., Rosas, C.D., Rössel-Kipping, D.D., Salgado-García, S., Debernardi, de la V.H. 2016. Efectividad y Rentabilidad de Técnicas de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Agroproductividad. 9(3): 40-47.
- Patnaik, J.R., Singh, S.N., Sarangi, D., Nayak, P.K. 2017. Assessing Potentiality of Bud Chip Technology on Sugarcane Productivity, Profitability and Sustainability in Real Farming Situations Under South East Coastal Plain Zone of Odisha, India. Sugar Tech. 19(4): 373-377.
- Salassi, M.E. and Breaux, J.W. 2004. Estimated cost differences between whole-stalk and billet sugarcane planting methods in Louisiana. Journal American Society Sugar Cane Technologists. 24: 250-257.
- Salgado-García, S., Lagunes, E.L. del C., Núñez, E.R., Ortíz-García, C.F., Bucio, A.A., Aranda-Ibáñez, E.M. 2012. Caña de azúcar: Producción Sustentable. Colegio de Postgraduados Carretera México-Texcoco, km 36.5 Montecillo, Texcoco. 524 p.
- Salgado-García, S., Pons, J.M., Salaya, D.J., Villegas-Cornelio, V.M., Ramos, H.E., Alejo-Pereyra, D. 2009. Evaluación preliminar de la capacidad de sobrevivencia de las plántulas de caña de azúcar. Memorias de la XXXI Convención ATAM, WTC Veracruz, Boca del Rio, Veracruz, México. 6 p.
- Samant, T.K. 2017. Bud chip method: A potential technology for sugarcane (*Saccharum officinarum*) cultivation. Journal of Medicinal Plants. 5(3): 355-357.
- Sarala, N.V. 2017. Influence of Planting Methods, Age of the Seedlings and Nutrient Management on Yield and Quality of Sugarcane raised from Bud Chip Seedlings in Sandy Loam Soils of Andhra Pradesh. International Journal of Clinical and Biological Sciences. 2(1): 44-49.
- Singh, S.N., Yadav, R.L., Lal, M., Singh, A.K., Singh, G.K., Prakash, O., Singh, V.K. 2011. Assessing Feasibility of Growing Sugarcane by a Polythene Bag Culture System for Rapid Multiplication of Seed Cane in Sub-Tropical Climatic Conditions of India. Plant Production Science. 14(3): 229-232.
- Tamil, S. 2006. Sugar cane response to chip bud method of planting. Inter Soc Sugar Cane Technol, Agronomy Workshop, Khon Kaen, Thailand. Pp. 23-26.
- Venu, M.T., Madhu, B.G.S., Vijay, K.M., Chavan, S.N. 2017. Study on Root Characteristics of Sugarcane (*Saccharum officinarum*) Genotypes for Moisture Stress. International Journal of Plant & Soil Science. 18(5): 1-4.