

EFECTO DE LA POSICIÓN DE LAS YEMAS EN EL TALLO EN LA CALIDAD DE LAS PLANTULAS DE CAÑA DE AZÚCAR

EFFECT OF THE POSITION OF THE YEMAS IN THE STEM IN THE QUALITY OF THE SUGAR CANE PLANTS

Ing. Candy De los Santos Ruiz¹, Dr. Samuel Córdova Sánchez^{1*}, Dr. Sergio Salgado García², Dr. Manuel Mateo Hernández Villegas¹, M. en C. Raúl Castañeda Ceja¹, Ing. Sergio Salgado-Velázquez²

¹Universidad Popular de la Chontalpa, División de Ciencias Básicas e Ingenierías. CA-QVyDS. Carr. Cárdenas-Huimanguillo, Km. 2.0, Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México. agrodls21@gmail.com, mahervi57@gmail.com, raulcc33@hotmail.com

²Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Área ambiental y ciencia vegetal. Group MASCANA-CP. H. Cárdenas, Tabasco, 86500, México. salgados@colpos.mx, salgado.sergio@colpos.mx

³Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Humanidades. Doctorado en Estudios Regionales. Boulevard Belisario Domínguez, Kilómetro 1081, Sin Número, Terán Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, C.P. 29050. rosagraciela85@hotmail.com

*Autor correspondencia: sacorsa_1976@hotmail.com

RESUMEN

La siembra de caña es una labor que requiere de mucha mano de obra y unas 12 a 18 t.ha⁻¹ de semilla. Una posibilidad para resolver esto, es la utilización de plántulas producidas en vivero o invernadero. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad de las plántulas de caña de azúcar provenientes de yemas de diferentes posiciones en el tallo de dos cultivares. Para generar los tratamientos se utilizó un diseño factorial 2x3 (dos cultivares: MEX69-290 y COLPOSCTMEX05-223 y tres posiciones de yema: basal, media y apical), los seis tratamientos se distribuyeron en un arreglo completamente al azar con 16 repeticiones. Cada unidad experimental consistió de un vaso de unicel con capacidad de un litro, y como sustrato se utilizó arena de río. Las variables de estudio fueron altura de tallo, longitud de raíz, longitud completa (follaje más raíz), peso de follaje y raíz. 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 germinación en ambos cultivares. Cualquier posición de yema de caña de azúcar es apta para producir una planta, únicamente que las yemas basales son más susceptibles de dañarse debido a su mayor desarrollo, El cultivar COLPOSCTMEX 05 223 presentó mayor porcentaje de germinación con 79% en comparación de MEX 69-290.

Palabras claves: Yema, caña de azúcar, resiembra, plántulas.

ABSTRACT

The planting of cane is a work that requires a lot of labor and about 12 to 18 t.ha⁻¹ of seed. One possibility to solve this is the use of seedlings produced in nursery or greenhouse. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the quality of sugarcane seedlings from yolks of different positions on the stem of two cultivars. To generate the treatments a 2x3 factorial design was used (two cultivars: MEX69-290 and COLPOSCTMEX05-223 and three yolk positions: basal, middle and apical), the six treatments were distributed in a completely random arrangement with 16 repetitions. Each experimental unit consisted of a unicel glass with a capacity of one liter, and as a substrate river sand was used. The study variables were stem height, root length, full length (foliage plus root), foliage weight and root. The results indicate that the use of buds with different positions on the stem is possible to produce good quality seedlings, since more than 50% germination was obtained in both cultivars. Any position of sugarcane yolk is suitable for producing a plant, only that the basal yolks are more susceptible to damage due to its greater development. The cultivating COLPOSCTMEX 05 223 presented a higher percentage of germination with 79% compared to MEX 69- 290.

Keywords: Bud, sugar cane, overseeding, seedling.

INTRODUCCIÓN

La industria azucarera de México integra actividades agrícolas como mecanización, siembra, resiembra, cosecha y transporte de tallos de caña para la extracción de azúcar estándar y refinada, así como otros productos y subproductos en los ingenios o industrias extractoras del azúcar (Aguilar *et al.*, 2011). En Tabasco el Ingenio “Presidente Benito Juárez” (IPBJ) es el más importante, por su superficie de cultivo y volumen de producción; cada año industrializa aproximadamente una superficie de 24, 745 hectáreas con un rendimiento promedio de 51.24 t.ha⁻¹. Durante la zafra 2015/2016 el IPBJ obtuvo una producción de 1, 082, 963 t de caña neta que produjeron 118,689 t de azúcar, con rendimiento de fábrica del 10.20%. El precio de la caña fue de \$709.21 por tonelada; en las últimas 12 zafras, sólo en dos se han obtenido rendimientos superiores a 71.0 t.ha⁻¹, sobre el rendimiento promedio nacional de 68.41 t.ha⁻¹ (CAÑEROS, 2016). Respecto a la siembra, ésta es una actividad semi-mecánica al combinar operaciones manuales y mecanizadas; la preparación del terreno (barbecho, rastra y el surcado), alza, transporte y el tapado de las semillas, la aplicación de herbicidas, insecticidas y fertilizantes, se efectúan mecánicamente, no así, para el corte de la semilla, su distribución en el surco, y comúnmente el retape son tareas que se hacen de forma manual (Viveros *et al.*, 1995; Salgado *et al.*, 2013). Dicha mano de obra utilizada en el sistema semi-mecánico es cada vez más costosa y difícil de conseguir, lo que indica la necesidad de una operación totalmente mecánica, cuya ventaja principal es la reducción de mano de obra y costos de operación (Salgado *et al.*, 2009; Rípoli y Rípoli, 2010). Un sistema de siembra mecanizada en la que se utilicen plántulas puede asegurar una reducción en los costos de siembra si se compara con la práctica convencional; por un lado, si la operación del trasplante se efectúa con mayor rapidez y se logra la uniformidad en la profundidad de colocación de las plántulas, puede permitir el rápido desarrollo radicular del cultivo (Naik *et al.*, 2013). Esta primera etapa de establecimiento del cultivo está influenciada por factores como el cultivar, calidad de la semilla (edad y tipo), preparación y humedad del suelo y calidad de siembra (Martínez, 2013). La densidad de siembra más común es de 10 a 12 yemas por metro lineal con un espaciamiento entre los surcos que varía de 1.2 m a 1.3 m, esto depende de las preferencias de los productores, la aprobación por los técnicos y la región de producción (Gould *et al.*, 2003). Por lo anterior descrito, surgió la necesidad de evaluar la germinación y desarrollo

de diferentes posiciones de yemas (basales, medias y apicales) de caña de azúcar de los cultivares MEX 69-290 y COLPOSCTMEX05-223 con la finalidad de obtener una siembra o resiembra viable y barata. De este modo, es posible evitar pérdidas de material vegetativo (tallos) y reducir costos de producción para el establecimiento del cultivo de caña de azúcar en el estado de Tabasco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

El trabajo se estableció en las instalaciones del Recinto del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco en condiciones de semicampo.

Obtención de yemas de caña de azúcar

Se utilizó una segueta para realizar el corte de las yemas de 50 mm de longitud (30 mm de la cicatriz hacia abajo y de 20 mm en la parte superior), para que la banda de raíces y la yema no fueran dañadas; y de esta forma, asegurar reservas a la plántula (Figura 1a). Posteriormente, las yemas se depositaron en una bolsa de nylon durante cuatro días, cada una de las bolsas fueron identificadas hasta su brotación (Figura 1b) (Salgado *et al.*, 2015).



Figura 1. Manejo de la semilla: a). Corte de yemas de caña y b). Yemas brotadas o pregerminadas.

Diseño experimental y tratamientos

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.

Establecimiento de experimento

Como sustrato se utilizó arena de río la cual fue lavada cinco veces con agua corriente para eliminar impurezas. Para la siembra, se usaron vasos de unicel de un litro, los cuales fueron llenados hasta la mitad de su capacidad con la arena lavada, los vasos se terminaron de llenar con el sustrato, dejando un centímetro entre el borde del vaso y el sustrato. Una vez dispuestos los vasos en el lugar definitivo, se procedió a colocar una yema en cada uno de los vasos según el tratamiento que correspondían. Se cubrieron las yemas con el sustrato de arena (ocho cm) y posteriormente se aplicó un riego ligero con agua corriente (Figura 2) (Salgado *et al.*, 2015).

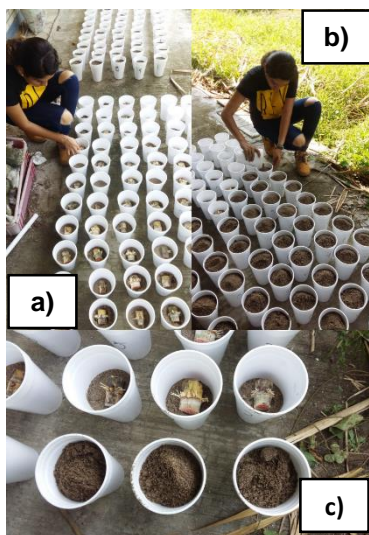


Figura 2. Detalles del proceso de establecimiento del experimento, a). Vasos de unicel con sustrato arena, b). Colocación de yemas pregerminadas, y c). Yemas tapadas.

Variables de estudio

Brotación. De manera visual a los 25 días después de la siembra se revisó el estado físico de la yema (Figura 3a), utilizando la siguiente escala: uno 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. La medición de la altura de planta (cm), se realizó a los 75 días después de la siembra, con el apoyo de un flexómetro de 5 m. Para ello, se midió de la base del tallo hasta la punta de la última hoja.

Longitud de la raíz. Se realizó a los 75 días después de la siembra, con el apoyo de un flexómetro de 5 m. Se midió de la base del tallo hasta la punta de la última raíz.

Peso fresco del follaje (g). El peso fresco se obtuvo a los 75 días después de la siembra, pesando la parte vegetativa (hojas y tallo) con una balanza granataría.

Peso fresco de la raíz (g). El peso se obtuvo a los 75 días después de la siembra, pesando con una balanza granataría la raíz después de separarla del sustrato.



Figura 3. Detalles del proceso de evaluación de; a) Brotación de yemas y b) medición de altura plantas.

Análisis estadístico

Todas las variables de estudio se sometieron a un análisis de varianza completamente al azar con un arreglo factorial 2x3 (dos cultivares y tres posiciones de yemas) se realizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, usando el paquete SAS versión 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de brotación de las yemas (PBY)

Al determinar los porcentajes de germinación para cada cultivar y tratamiento (Cuadro 1), 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.

Cuadro 1. Porcentajes de germinación de los cultivares y posiciones de yema en estudio.

Cultivar	Posición	*P (%)	PT (%)
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	

P: porcentaje de germinación; PT: porcentaje de germinación total.

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 plántula de caña de azúcar (AP)

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza no se observaron diferencias significativas para cultivar, posición de yema, y su interacción CxP (Cuadro 2). 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%).

Longitud de raíz de la plántula de caña de azúcar (LR)

Con respecto a la longitud de raíz, se obtuvo diferencia significativa únicamente para cultivar (Cuadro 2), 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 (g) de plántulas de caña de azúcar (PFP)

No se encontró diferencias significativas para cultivar, posición de yema y su interacción (Cuadro 2). El coeficiente de variación de 28.42%, se considera elevado. Quizás por ello, no permitió detectar las diferencias de los factores de estudio, 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 de caña de azúcar (PFR)

Con respecto al peso fresco de la raíz, se obtuvo diferencia significativa únicamente para cultivar (Cuadro 2), 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.

Cuadro 2. Características morfológicas de plántulas de dos cultivares de caña de azúcar.

Cultivar	Posición	PFP	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.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron alcanzar los objetivos planteados y corroborar con claridad de las hipótesis plateadas.

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, es de buena calidad.

La brotación de las yemas fue superior en el cultivar COLPOSCTMEX 05-223 en comparación del cultivar MEX 69-290.

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. Por lo tanto, se acepta la primera hipótesis específica.

Las yemas de los cultivares COLPOSCTMEX 05-223 y MEX 69-290, produjeron plantas de calidad; basados en su crecimiento, por lo tanto, se rechaza la segunda hipótesis específica.

LITERATURA CITADA

AGUILAR, R.N., GALINDO, M.G., FORTANELLI, M.J. y CONTRERAS, S.C. 2011. Factores de competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en México. *Región y sociedad*. 23(52): 261-297.

CAÑEROS. 2016. Estadísticas por ingenio. Unión Nacional de Cañeros, A.C: <http://www.caneros.org.mx> (Consultado en junio de 2017).

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.

GOULD, J.M., IREY M.S., LARSEN, J.F., and MCGAHEE, S.E. 2003. Methods of planting sugarcane seed to achieve a high plant density. Patent No. 6543373B1. U.S.A. 8 p.

MARTÍNEZ, D.H.F. 2013. Agenda prospectiva de investigación de la cadena productiva de la panela y su agroindustria. *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento*. 17(36): 72-86.

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.

NAIK, R., ANNAMALAI, S.J.K., VIJAYAN, N.N., and RAJENDRA, P.N. 2013. Studies on mechanisation of planting of sugarcane bud chip settling raised in protrays. *Sugar Tech*. 15(1): 27-35.

PATNAIK, J.R., SINGH, S.N., SARANGI, D., and 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.

RÍPOLI, M.L.C., and RÍPOLI, T.C.C. 2010. Evaluation of five sugar cane planters. *Eng. Agríc., Jaboticabal*. 30 (6): 1110-1122.

SALGADO, G.S., LAGUNES, E.L.C., NÚÑEZ, E.R., ORTIZ, G.C.F., BUCIO, A.L. y ARANDA, I.E.M. 2013. CAÑA DE AZUCAR: Producción sustentable. BBA, Colegio de Postgraduados-Mundi Prensa. México, D.F. 520 p.

SALGADO, G.S., ORTIZ, L.H., CASTELÁN, E.M., CÓRDOVA, S.S., ÁLVAREZ, S.G.F. y ARIAS, C.H.L. 2015. Semilla artificial de caña de azúcar. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco Solicitud MX/E/2015/049475.

SALGADO, G.S., PONS J. M., SALAYA, D.J., VILLEGAS, C.V.M., RAMOS, H.E. y ALEJO, P.D.E. 2009. Evaluación preliminar de la capacidad de sobrevivencia de las plántulas de caña de azúcar. In: Memorias de la XXI Reunión Científica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2009. Villahermosa, Tabasco. 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., and 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.

VIVEROS, C.A. y CALDERÓN, H. 1995. El Cultivo de la Caña de Azúcar en la Zona Azucarera de Colombia: siembra. CENICAÑA. pp. 131-139.