

Original

**Evaluación de QuitoMax en banco de semillas del cultivo de la caña de azúcar
(*Sacharum officinarum* L)**

Evaluation of QuitoMax in bank of seeds of the cultivation of the sugar cane (*Sacharum officinarum* L)

Est. Ian Carlos Rodríguez Licea. Estudiante del 4to Año de Agronomía. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma. Cuba,
irodriguezl@estudiantes.udg.co.cu

Ing. Luis Gustavo González Gómez, Profesor Auxiliar, Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma, Cuba,
ggonzalezg@udg.co.cu, <https://orcid.org/0000-0001-7005-3077>

Dr. C. María Caridad Jiménez Arteaga, Profesora auxiliar. Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma, Cuba,
mcjimeneza@udg.co.cu, <https://orcid.org/0000-0003-4761-8249>

Resumen

El trabajo de investigación se desarrolló en la Cooperativa de Créditos y Servicios dedicada a la producción de caña de azúcar pertenecientes al Complejo Agroindustrial “Arquímedes Colina, Lote 2, Campo 6 Bloque 11, con el objetivo de evaluar el efecto del Quitomax sobre la calidad de las semillas de la caña. El experimento se desarrolló sobre un diseño completamente aleatorizado, entre los meses de Noviembre/2019 a julio/2020. Se utilizó la variedad de caña Cuba 8751, Los tratamientos evaluados fueron: Tratamiento 1: Tratamiento control Tratamiento 2: Aplicación de QuitoMax a los cuatro meses (4) después de la brotación, Tratamiento 3. Aplicación de QuitoMax a los tres meses (3) después de la brotación, efectuándose las siguientes mediciones: Número de tallos por plantón: Se seleccionaron 10 plantones de cada tratamiento y se le contaron el número de tallos, Peso de los tallos: (kg). Rendimiento (t ha⁻¹). Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se empleó la prueba de Kolmogorov–Smirnov para probar la normalidad de los datos y una prueba de Comparación múltiple de media por Tukey para el 5 % de probabilidad del error con el paquete estadístico ESTADITICA Versión 10 sobre Windows. Se observó tendencia a un incremento de las variables donde se aplicó QuitoMax a los

cuatro meses.

Palabras claves. quitomax; caña; plantones; rendimiento

Abstract

The investigation work was developed in the Cooperative of Credits and Services dedicated to the sugar cane production belonging to the Complex Agroindustrial "Arquímedes Hill, Lot 2, Field 6 Block 11, with the objective of evaluating the effect of the QuitoMax on the quality of the seeds of the cane. The experiment was developed on a totally randomized design, among the months of November/2019 to July/2020. The cane variety Cuba was used 8751, The evaluated treatment was: Treatment 1: Treatment control Treatment 2, Application of QuitoMax to the four months (4) after the brotación, Treatment 3. Application of QuitoMax to the three months (3) after the brotación, being made the following mensurations: Number of shafts for graft: 10 grafts of each treatment were selected and they were counted the number of shafts, Weight of the shafts: (kg). Yield ($t\ ha^{-1}$). For the statistical analysis of the obtained data the test of Kolmogorov-Smirnov was used to prove the normality of the data and a test of multiple Comparison of stocking for Tukey for 5% of probability of the error with the Statistical Package ESTADÍSTICA Version 10 on Windows. Tendency was observed to an increment of the variables where QuitoMax was applied to the four months.

Keywords: quitomax; cane; grafts; yield

Introducción

Aguilar *et al.*, (2012), la caña de azúcar (*Saccharum spp*, L.) se cosecha en más de 130 países, su producto principal; el azúcar o sacarosa. En la producción mundial la caña de azúcar es considerado uno de los cultivos primarios. El número actual de producción se ubica en 1 450 millones de toneladas de azúcar de 22 millones de hectáreas a nivel del mundo. Los países líderes en el mundo en la producción de la caña de azúcar son Brasil e India, con aproximadamente 60% de la producción mundial muestran resultados interesantes tendientes a desmitificar algunas de las creencias populares en torno al manejo de la semilla de caña de azúcar.

La producción de semilla de caña de azúcar es un tema de relevancia que durante mucho tiempo ha generado prejuicios y establecidos paradigmas en torno al tema de la calidad de la misma. La caña de azúcar es una planta que tiene la enorme ventaja de que se

reproduce de manera vegetativa a partir de las yemas laterales que se encuentran ubicadas en los tallos, a través de un proceso asexual de reproducción que permite que la descendencia sea igual física y genéticamente a los progenitores. Esta facilidad ha generado la creencia popular de que a caña de azúcar se reproduce fácilmente, y que se puede utilizar cualquier fuente como material reproductivo para el establecimiento o la renovación de plantaciones de caña de azúcar según Barrantes y Chaves (2013).

El uso de la soca como semilla categorizada ha sido un tema muy controversial en Cuba pues como prevención se ha recomendado no usarla en la cadena de semilla, principalmente en los semilleros básicos y registrados. No obstante, el alto costo de la producción de semilla aspecto señalado de forma reiterativa por los productores y la utilización de esta cepa en países como Colombia (Chávez y Chavarría 2011) evidencia la necesidad de hacer una revisión del tema con vistas a perfeccionar el sistema de semilla cubano.

La utilización de los biofertilizantes y los bioestimuladores constituye uno de los procedimientos más económicos y que más beneficios reporta al agricultor. El costo de producción de 1 L de biopreparado líquido fabricado en condiciones industriales, es aproximadamente 1 USD. Con la aplicación de 2 L/ha puede obtenerse un beneficio económico de 100:1, tomando en cuenta el ahorro de fertilizante químico y el incremento de los rendimientos (Castillo *et al.*, 2017).

El Quitomax (quitosana principio activo), es un biopolímero, que ha despertado interés desde su descubrimiento, este es extraído por un proceso de desacetilación, a partir de la quitina, la cual, es un carbohidrato que forma parte de las paredes celulares de los hongos y está presente en el exoesqueleto de camarones, cola de calamar, crustáceos y cangrejos (García *et al.*, 2020). Se ha demostrado su efecto en la defensa de las plantas en general, proporcionando protección hacia diversas enfermedades ocasionadas por fitopatógenos y la activación de moléculas inductoras que participan en la respuesta inmune de las plantas, así como en el crecimiento y desarrollo de las mismas. (Mauch-Mani *et al.*, 2017).

Es por ello que nos propusimos como objetivo evaluar el Quitomax aplicado en a los 3 y 4 meses después de la brotación en caña soca en un banco de semillas.

Población y muestra

Localización del área experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Cooperativa de Créditos y Servicios de Pompita, Lote 2, Campo 6 Bloque 11 dedicada a la producción de semillas de caña de azúcar perteneciente a la Complejo Agroindustrial “Arquímedes Colina, municipio Bayamo, provincia de Granma

Condiciones experimentales

El experimento se desarrolló ubicando los tratamientos en parcelas en condiciones de campo sobre diseños completamente aleatorizado, entre los meses de noviembre/2019 a julio/2020 en un período óptimo para el cultivo, empleándose un suelo de tipo Fluvisol, descrito, caracterizado y ubicado de acuerdo a la última metodología y versión de clasificación Genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015)

Se utilizó la variedad de caña de azúcar Cuba 8751, con un 99 % de brotación sobre un campo de caña Soca, donde cada parcela tenía una dimensión de 20 m por 20 m para un área de 400 m², contando con 17 surcos, separados a 1,20 m entre surcos

Los tratamientos evaluados fueron:

Tratamiento 1: Tratamiento control. Se humedecieron las plantas con agua de calidad.

Tratamiento 2: Aplicación de QuitoMax. (300 mg ha⁻¹ equivalente a 5 mL por mochila de 16 litros) a los cuatro (4) meses después de la brotación en caña soca.

Tratamiento 3: Aplicación de QuitoMax. (300 mg ha⁻¹ equivalente a 5 mL por mochila de 16 litros) a los tres (3) meses después de la brotación en caña soca.

El QuitoMax fue aplicado de manera foliar humedeciendo toda la planta y en las primeras horas de la mañana, después del rocío, entre 8.30 am y 9.0 am

Las mediciones se realizaron a partir del momento de la aplicación (3 meses), hasta el corte de las semillas (8 mediciones), para ello fueron escogidas aleatoriamente 30 plantas, efectuándose las siguientes mediciones:

Número de tallos por plantón: Se seleccionaron 10 plantones de cada tratamiento y se le contaron el número de tallos.

En el momento del corte de las semillas se evaluó:

Masa de los tallos: (kg). Se escogieron 30 tallos al azar y se pesaron en una balanza analítica.

Rendimiento ($t\ ha^{-1}$). Se ponderó en base a una hectárea

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se empleó la prueba de Kolmogorov–Smirnov para probar la normalidad de los datos y una prueba de Comparación múltiple de media por Tukey para el 5 % de probabilidad del error con el Paquete Estadístico ESTATITICA Versión 10 sobre Windows.

Análisis de los resultados

Al evaluar el número de tallos a partir del momento que se aplicó el QuitoMax a los tres meses se observa en la tabla 1 que en ese momento no existía diferencias significativas entre los tratamientos evaluados siendo uniforme esta variable en los tres tratamientos, tampoco existió diferencias en la segunda medición.

A partir de la tercera medición los resultados fueron más favorables al segundo tratamiento cuando fue aplicado el biopolímero a los 4 meses después de la brotación de las yemas en la caña soca y se mantuvo hasta la octava medición con diferencias significativas con el tratamiento cuando se aplicó Quitomax a los tres meses excepto en la 5ta y 6ta medición y todo el tiempo al compararla con el tratamiento control, lo que demostró ser el mejor momento de aplicación de los dos evaluados.

Roca (2016) reporta 5 tallos por plantón para la variedad C8751, lo cual esta por debajo desde la primera medición hasta la 8va, consideramos que fue debido al sistema de producción ya que en Ecuador es muy diferente al empleado en Cuba y a las condiciones climáticas donde se desarrollo este trabajo.

INICA (2010) citado por Alvarado (2011) plantea que esta variedad de caña puede tener entre 12-14 tallos por plantón, lo que coincide en los tratamientos donde se aplicó el Quitomax y superan a los resultados obtenidos en el tratamiento control.

Tabla 1: Número de tallos por plantón en 8 mediciones realizadas.

Tratamientos.	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va
T1: Control	7,0	7,4	8,4 c	8,4 c	8,8 b	9,0 b	9,8 b	9,8 b
T2: Q-4 m	7,6	8,6	10,6 a	10,6 a	10,6 a	13,6 a	14,8 a	14,8 a
T3: Q-3m	7,6	9,0	9,0 b	9,6 b	10,4 a	13,6 a	14,0 b	14,0 b
EE	0,46	0,33	0,40	0,40	0,41	0,80	0,84	0,84

Ausencia de letras en las columnas significa que no existe diferencias significativas para los tratamientos para $p \leq$ al 5 % de probabilidad del error.

Con relación a la masa de los tallos en el momento del corte de las semillas no existió

diferencias significativas entre los tratamientos donde se aplicó el Quitomax y ambos superan al tratamiento control.

Roca (2016) al evaluar 5 variedades de caña reporta que en el peso promedio de los tallos se observó que hubo diferencia estadística significativa resultando C 8751 el que obtuvo superior peso con 2,43 kg, estos valores son superiores a los obtenidos en este trabajo.

Resultados obtenidos por Lauzardo, *et al*, (2016) en trabajos sobre potencialidades reales de nuevos cultivares de caña, detallan indicadores agro azucareros, cepa caña planta, a los nueve meses en los plantares, C 1051-73, C 8751, C 132-81, CC 8592, B 7274 y Ragnar, donde la variedad C 8751 obtuvo un peso promedio de 1,61 kg, valor que es inferior cuando se aplica Quitomax a los 4 meses es similar cuando se aplica a los 3 meses el polímero y es superior a los resultados del tratamiento control.



Figura 1: Masa de los tallos por tratamientos (kg).

Al evaluar el rendimiento obtenido por la fórmula de Suárez *et al.*, (2002) observamos que el mayor rendimiento corresponde al tratamiento donde se aplicó el Quitomax a los 4 meses después de la brotación sin diferencias significativa cuando se aplica a los 3 meses después de la brotación y ambos superan al tratamiento control., con diferencias significativas con el tratamiento control.

Roca (2016) reporta valores de 102,1 t ha⁻¹ de caña de azúcar en la variedad 8751, la cual supera significativamente al resto de las variedades evaluadas las cuales estuvieron entre 68,6 y 97,1 t ha⁻¹, las cuales fueron plantadas. En otros experimentos realizados por Martín, Velazco y Ramón (2012), esta variedad obtuvo un rendimiento inferior de 87,75 t ha⁻¹ al ser comparada con la variedad C-1051-73 la cual obtuvo 105 t ha⁻¹.

Estos dos resultados anteriores están por debajo de los resultados obtenidos en este trabajo.

Sin embargo, Martín, Velazco y Once (2012) reportaron valores de 201 t ha⁻¹ en la variedad 8751 al ser comparada con otras variedades con diferencia significativa con el resto de las variedades, seguidos por la B 7274 con 152, la C 132-81 con 151, la CC 85952 con 143, la C 1051-73 con, la Ragnar con 129 t ha⁻¹ respectivamente.

En este caso el valor del rendimiento obtenido por estos autores fue muy superior al obtenido en este trabajo.

Montano *et al.*, (2013) al evaluar la aplicación de FitoMas en el cultivo de la caña obtuvieron rendimiento de 34 t ha⁻¹ en el tratamiento control, 48,3 t ha⁻¹ al aplicar FitoMas y 53 t ha⁻¹ al aplicar fertilizante mineral, estos resultados nos demuestran que la aplicación de bioproductos en el cultivo de la caña puede ser una alternativa para incrementar el rendimiento, aunque no llegue a alcanzar los valores de los fertilizantes químicos y al mezclar Fitomas con fertilizante químico se obtiene un incremento del 56 % del rendimiento..

En este caso, el incremento del rendimiento agrícola entre un tratamiento y otro fue de 27,8 y 13,2 t ha⁻¹ respectivamente en los tratamientos cuando se aplica Quitomax a los 4 y 3 meses después de la brotación, por lo que se observa el efecto del polímero sobre esta variable en caña soca de la variedad C-8751. Estos incrementos son posibles ya que Montero *et al.*, (2017), reportan incrementos al aplicar NITROFIX de 16 a 28 t ha⁻¹ en caña soca o primer retoño,

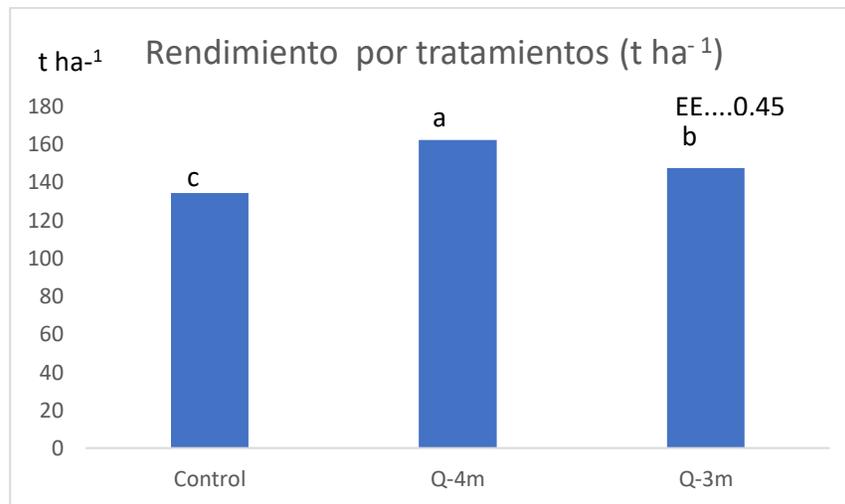


Figura 2: Rendimiento obtenido por tratamiento (t ha⁻¹)

En base a los resultados obtenidos se arriban a las siguientes conclusiones:

Conclusiones

1. Los mejores resultados se obtienen en el tratamiento 2 cuando el polímero es aplicado a los 4 meses con un rendimiento agrícola de 162,1 t ha⁻¹ seguido del tratamiento 3 con un rendimiento de 147,5 t ha⁻¹ y ambos superan al tratamiento control, por lo que podemos decir que este polímero incrementa la cantidad y calidad de las semillas de la variedad C-8751.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, N; Rodríguez, D; Castillo, Morán, A; Herrera, A. 2012. Sucroquímica, alternativa de diversificación de la agroindustria de la caña de azúcar. Veracruz. MX. Revista ciencias del agro y del mar. Vol. 12. p. 7-15.
- Alvarado R. 2011. Evaluación del rendimiento agroproductivo industrial de 3 variedades certificadas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L) de origen cubano (c 1051-73, c 8751, c 132-81), frente al testigo variedad cristalina, en la etapa de cosecha, en cantón Humboya, provincia de Morona Santiago. Tesis. Ing. Agroindustrias. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Cuenca, EC.p 35-37
- Barrantes, J. C.; Chaves, M. 2013. Efecto de la Sección del Tallo Usado Como Semilla en la Producción Agroindustrial de la Caña de Azúcar (*Saccharum* spp), Cultivada en Pérez Zeledón, Costa Rica. *In: XV Congreso de ATACORI*. Hotel Condovac La Costa, Playa Hermosa. Guanacaste, Costa Rica. 3 – 5 de septiembre del 2003.
- Castillo, Grolamys; Gregorí, Bárbara S.; Michelena, Georgina; Díaz de Villegas, M. Elena; Delgado, Grisel; Montano, Ramón; Cejas, Graciela; Gálvez, Luis O. (2017) Bioproductos para la agricultura: surgimiento y desarrollo en el ICIDCA ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. XLI, núm. 3, septiembre-diciembre, pp. 42-51.
- Chávez, M. y E. Chavarría Soto: Programa Nacional para la Producción de Semilla Mejorada de Caña de Azúcar en Costa Rica. Liga Agrícola e Industrial de la Caña de Azúcar de Costa Rica. San José, Costa Rica, Agosto de 2011, pp. 9 – 25.
- García, L. G. S., *et al.*, 2020. Antifungal activity of different molecular weight chitosans against planktonic cells and biofilm of *Sporothrix brasiliensis*. International Journal

of Biological Macromolecules, 143, 341–348.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.031>.

Hernández, A., Pérez, J., Bosch, D. & Castro, N. (2015). Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Editorial Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba. 93 pp. ISBN-978-959-7023-77-7.

Lauzardo, X., Martín, F., Cedeño, P & Mendoza, I. 2016. Potencialidades reales de nuevos cultivares de caña de azúcar introducida en el canton Junin, Ecuador. Obtenido de es.slideshare.net: <http://es.slideshare.net/ingpakowpn/potencialidades-reales-de-nuevos-cultivares-de-cao-de-azcar-introducida-en-el-cantn-junin-ecuador-msc-francisco-martin-armas-sxlppcimc>

Martín, F., Velasco, A., & Once, F. 2012. Comportamiento agroindustrial de 7 variedades de caña de azúcar a 900 ms.n.m, en la provincia de Morona Santiago, cantón Morona, Ecuador: <http://es.slideshare.net/ingpakowpn/comportamiento-agroindustrial-de-7-v>

Martin, F., Velasco, A., & Ramon, A. 2012. Comportamiento agro industrial en la cepa soca 1 de genotipos de caña de azúcar (c 1051 73, c 132-81, c 8751 y b 7274 a 1000 m.s.n.m) introducidos en la provincia de morona santiago, cantón huamboya, ecuador". Obtenido de slideshare.ne: <http://pt.slideshare.net/ingpakowpn/comportamiento-agro-industrial-en-la-cepa-soca-1-de-genotipos-de-cao-de-azcar-c-1051-73-c-13281-c-8751-y-b-7274-a-1000-msnm-introducidos-en-la-provincia-de-morona-santiago-cantn-huamboya-ecuador>

Mauch-Mani, B., Baccelli, I., Luna, E., & Flors, V. 2017. Defense Priming: An Adaptive Part of Induced Resistance. Annual Review of Plant Biology, 68(1), 485–512. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042916-041132>.

Montano, R. *et al.*, (2013) Efectos del bionutriente FitoMas-E con y sin fertilización convencional. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) Vía Blanca, 804, La Habana CCS "Niceto Pérez", Güira de Melena, Mayabeque Universidad Agraria de La Habana, (UNAH) Estación Territorial de Investigación de la Caña, (ETICA - Occidente)

Montero, I., Rodríguez, B. y San Juan, A. 2017. Nitro x, Una alternativa económica y

ambiental para la fertilización de los cultivos. Memorias Diversificación, ISBN: 978-959-7165-54-17.

Roca, W. 2016. Caracterización de Variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en los componentes estructurales agronómicos para la producción bio tecnológica de alimento animal en la fabricación de Saccharina Rustica como suplemento alimenticio, en el cantón Junín, Ecuador. Trabajo de Investigación. Facultad de Ciencias para el desarrollo. Carrera de Agronomía. Universidad de Guayaquil.

Suárez, H. *et al.*, 2002. Normas y procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. INICA. Boletín No1. Cuba y Caña.