

Original

**Evaluación de QuitoMax en el cultivo de la caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L)
en condiciones de campo**

Evaluation of QuitoMax in the cultivation of the sugar cane (*Sacharum officinarum*, L) in field conditions

Est. Pilar Vázquez Esquinaci, Estudiante del 4to año de Agronomía. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma, Bayamo, Granma, Cuba,
pvazqueze@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 a la Complejo Agroindustrial “Arquímedes Colina, municipio Bayamo, provincia de Granma, con el objetivo de evaluar el efecto del Quitomax sobre el cultivo de la caña. Se ejecutaron dos experimentos unifactoriales en condiciones de campo sobre diseños completamente aleatorizado, entre los meses de Noviembre/2019 a septiembre/2020 en un período óptimo para el cultivo, Se utilizó la variedad de caña Cuba 8751, Los tratamiento evaluados fueron: Tratamiento 1: Aplicación de QuitoMax, Tratamiento 2: Tratamiento control, 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). Contenido de Brix %. En la parte superior un nudo por debajo del cogollo y dos nudos por encima del nudo basal con un refractómetro se midió el % de brix. 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 T-Student para el 5 % de probabilidad del error con el Paquete Estadístico ESTATITICA Versión 10 sobre Windows. Se observó

tendencia a un incremento de las variables donde se aplicó QuitoMax.

Palabras claves. quitomax; caña; plántones; brix

Abstract

The investigation work was developed in the Cooperative of Credits and Services dedicated to the production of cane of sugar belonging to the Complex Agroindustry Arquímedes Colina, municipality Bayamo, county of Granma, with the objective of evaluating the effect of the Quitomax on the cultivation of the cane. Two experiments one factor were executed under field conditions it has more than enough totally randomized designs, among the months of Noviembre/2019 to September /2020 in a good period for the cultivation, the cane variety Cuba 8751. The evaluated treatment was used they were: Treatment 1: Application of QuitoMax, Treatment 2: Treatment control, being made the following mensuration: 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). Content of Brix%. In the superior part a knot below the heart and two knots above the basal knot with a refractometer the brix% was measured. 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 T-Student 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.

Keywords: quitomax; cane; grafts; brix

Introducción

La caña de azúcar es una importante fuente de alimento y bioenergía, es un componente significativo de la economía de muchos países en los trópicos y subtrópicos. Su valor económico se basa en tres atributos: su alta productividad, su eficiente uso de insumos agrícolas (agua, fertilizantes, pesticidas, manejo); y esta puede ser procesada de forma local y obtener varios subproductos como azúcar, molasas, etanol y energías, todos fáciles de almacenar y transportar. Estos atributos hacen que la caña de azúcar constituya uno de los renglones primarios de la economía a nivel mundial (Kairos, 2018).

La producción de azúcar de caña en el mundo y en particular en Cuba en los momentos actuales merece una valoración integral teniendo en cuenta los componentes ambiental, económico y social, como pilares fundamentales de la sostenibilidad. La variación de los

precios de los componentes de la industria y los portadores energéticos en el mercado mundial, comparado con los precios del azúcar de caña en ese mismo mercado, están haciendo insostenible la producción, aun teniendo en cuenta otros derivados que por supuesto implican la introducción de nuevas tecnologías, lo cual a veces limita un gran número de fábricas a la producción casi exclusiva de azúcar (Martínez *et al.*, 2015).

El grupo de Productos Bioactivos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, en colaboración con grupos de investigación de otras instituciones del país, desarrolla diferentes productos para la agricultura como biofertilizantes, enraizadores y activadores del crecimiento y la protección de las plantas (Falcón *et al.*, 2015).

En la agricultura moderna, se ha incorporado el uso de bioestimulantes, sustancias promotoras del crecimiento vegetal que, a bajas concentraciones, ejercen múltiples efectos bioquímicos y fisiológicos sobre las plantas, incluyendo la estimulación de la floración, producción de frutos, alargamiento celular, diferenciación vascular y estimulación de la actividad enzimática de las plantas (Pulido *et al.*, 2013; Terry *et al.*, 2013).

En este caso tenemos a la quitosana (Peniche *et al.*, 2015) plantea que es un polímero natural biocompatible y biodegradable que constituye un recurso renovable de gran potencialidad para aplicaciones agrícolas, dadas sus excelentes propiedades biológicas. Presenta actividad antiviral, bactericida, fungicida y posee una comprobada capacidad elicitora. Es un bioestimulante natural y resulta efectivo para combatir los nematodos patógenos de las plantas.

Objetivo general: Evaluar la aplicación del QuitoMax en el cultivo de la caña de azúcar en la UBPC Pompita.

Población y muestra

Localización del área experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Cooperativa de Créditos y Servicios dedicada a la producción de caña de azúcar perteneciente a la Complejo Agroindustrial "Arquímedes Colina, municipio Bayamo, provincia de Granma.

Condiciones experimentales

Se ejecutaron dos experimentos unifactoriales en condiciones de campo sobre diseños completamente aleatorizado, entre los meses de Noviembre/2019 a septiembre/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: Aplicación de QuitoMax. (300 mg ha⁻¹ equivalente a 5 mL por mochila de 16 litros) a los tres meses después de la brotación.

Tratamiento 2: Tratamiento control (asperjar las plántulas con agua corriente) a los tres meses después de la brotación.

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 am.

Las mediciones se realizaron en el momento de la aplicación (3 meses), 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 de la cosecha se evaluaron los siguientes indicadores:

Número de hojas por plantas: Se realizó el conteo de las hojas activas de las plantas seleccionadas.

Grosor del tallo (cm). Se midieron con un Pie de rey en su parte media.

Altura de las plantas (cm): Se midió desde la base del tallo hasta el cogollo.

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

Contenido de Brix %. En la parte superior un nudo por debajo del cogollo y dos nudos por encima del nudo basal con un refractómetro se midió el % de brix.

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 t-tudent para el 5 % de probabilidad del error con el Paquete Estadístico ESTADITICA Versión 10 sobre Windows.

Análisis de los resultados

Al evaluar el número de hojas en el momento de la cosecha se observa que no existió

diferencias significativas entre los dos tratamientos evaluados, ya que el valor de p es mayor que el valor de t, esto demuestra que el biopolímero empleado no ejerce un efecto positivo sobre esta variable, aunque muy pequeño.

Alemán *et al.*, (2018) reportó que los valores obtenidos, 14 hojas activas por tallo, son superiores a los reportados por Patiño (2011), quien para la variedad Cristalina reporta medias de 10 hojas por tallo para las condiciones de la provincia Morona Santiago, también Pérez (2008) cita que de 8 a 10 hojas son activas en caña de azúcar. Todos estos resultados son inferiores al número de hojas activas presente en este trabajo.

Con relación al grosor del tallo existió diferencias significativas entre los dos tratamientos evaluados con destaque que donde se aplicó el polímero supera en 1,06 cm a los resultados obtenidos en el tratamiento control, esto posibilita incrementar la capacidad de almacenamiento de sacarosa del tallo, siendo beneficioso para la producción de azúcar.

Gómez (2016) reportó valores entre 3,65 y 3,88 cm de grosor del tallo en caña de azúcar cultivada en Ecuador, estos resultados son superiores a los obtenidos en este trabajo, lo atribuimos a la variedad evaluada y a las condiciones climáticas inferiores a las de Granma, lo cual beneficia el desarrollo del cultivo, además la distancia de siembra que es diferente a las recomendadas en Cuba.

Cuando se analiza la altura de las plantas observamos que el tratamiento control supera al tratamiento donde se aplicó el Quitomax, esto sugiere que, al ser las plantas, más delgadas y más altas, tienen menor capacidad de almacenar sacarosa.

Gómez (2016) reportó valores entre 2-2.31 m, valores que son inferiores a los alcanzados en esta experiencia.

Coll (2012) al evaluar tres variedades de caña en Banes reportó valores entre 0,28 y con relación a la altura de las plantas reportó valores entre 3,14 y 3,33 m, lo que demuestra que las variedades de caña mientras más altas presentan menor grosor del tallo, relación que es desfavorable para este cultivo ya que la hace muy susceptible al acame (caída por el viento de las plantas), cuando se emplea Quitomax este aspecto es favorable ya que el tallo es más corto y el grosor mayor.

Respecto a lo encontrado en la literatura en el presente estudio se observó que para la variable diámetro de la base del tallo el mayor aumento fue de 13%, para la altura del tallo 25%, para la altura de las plantas de 34%. Todos estos incrementos fueron determinados

en relación al control y variaron de acuerdo al evento de muestreo, para el caso de las variables que se evaluaron más de una vez, como también se ha encontrado previamente según Singh, *et al.*, (2007) y Shukla, *et al.*, (2008). En este caso las variaciones fueron de 32.2 % para el grosor del tallo y solo del 5 % para la variable altura de las plantas. de por lo que los resultados no se relacionan con lo presentado en la literatura consultada.

Roca (2016) en la variedad C8751 reportó valores en el momento de la cosecha de 11 hojas activas, 3,16 cm en el grosor del tallos y una altura de 4,20 m, estos valores no coinciden con los resultados obtenidos en esta experiencia con igual variedad, con relación al número de hojas fue muy inferior a lo logrado en este trabajo, el grosor del tallo fue inferior al tratamiento con Quitomax y superior al tratamiento control y en cuanto a la altura de las plantas los resultados de esta experiencia fueron menores en los dos tratamientos evaluados

Tabla 1: Número de hojas (NH), grosor del tallo (GT) y altura de las plantas en el momento de la cosecha.

Tratamientos	NH	GT (cm)	Altura (cm)
QuitoMax	26,8	3,40	2,35
Control	26,0	2,34	2,45
Valor de t	0,56	1,29	1,47
Valor de p	0,59	0,07	0,17

Valor de $p \leq$ al valor de t en la misma columna existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Al analizar el número de tallos por plantón, no existió diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, con muy poca variabilidad en cuanto a la cantidad de tallos, pero finalmente hay una diferencia de un tallo por plantón, cuando es llevado a una hectárea es posible que tenga diferencias significativas, aspecto que dejamos como sugerencia en la cooperativa donde se realizó el trabajo.

Torres (2004) al evaluar la aplicación de FitoMás en el cultivo de la caña en Holguín en dos variedades, obtuvo un número de tallos por plantón entre 6 en el testigo y 7,9 en la dosis de 2,5 L. ha⁻¹, lo que es inferior con los tratamientos de Quitomax y el tratamiento control.

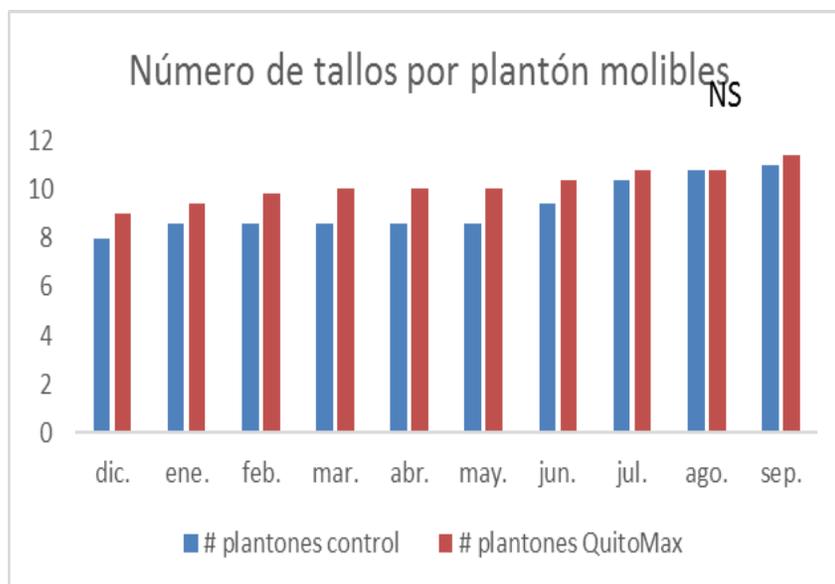


Figura 1. Número de tallos por plantón móviles.

Al evaluar la masa individual de los tallos móviles, observamos que existió diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a los 3 meses de brotado el cultivo. Al compararlo con trabajos desarrollados en el INICA, (2001), ellos evalúan por normas peso de 25 tallos, en el momento de aplicación y a los 9 meses, coincidiendo los momentos con este trabajo, pero en este caso fue muy superior a los reportados por esta institución, donde a los 3 meses pesaban menos de 1 kg y a los 9 meses, se acercaban a este peso, siendo inferior a lo obtenido en este trabajo.

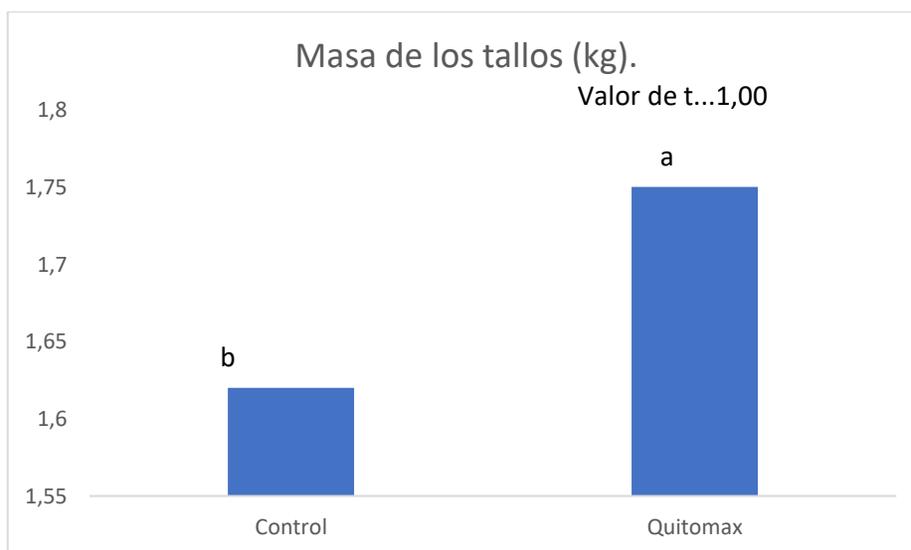


Figura 2. Masa de los tallos móviles a los 9 meses después de aplicado el producto (kg).

Al evaluar el brix inferior existió diferencias significativas entre los tratamientos, siendo de

mejor resultado el tratamiento donde se aplicó Quitomax y cuando analizamos el Brix superior no existió diferencia significativa entre los dos tratamientos, aunque fue numéricamente superior en el tratamiento control

Larrahondo (2015) al realizar la determinación del brix superior en varias variedades de caña reporta valores de 3,72 a 4, 75 %, valores por debajo de los obtenidos en este trabajo. Cobeña y Loor (2016), al evaluar 5 variedades de caña en Ecuador entre ellas las variedades cubanas Cuba 1051-73 y Cuba 8751 reportó valores del Brix superior por encima de los obtenidos en esta experiencia con 22,1 y 21,3 % respectivamente, causa que atribuimos al factor temperatura como la principal causa que influye en la maduración de la caña de azúcar.

Gómez (2016) reporta valores en el tratamiento control de 16,6 % por 18,75 % al aplicar materia orgánica en la variedad PJ-2878, valores superiores a los obtenidos en esta experiencia.

ICUMSA (2016) en su boletín científico al evaluar dos variedades de caña reporta valores del brix superior entre 12,6 y 17,2 valores entre los cuales se encuentran los obtenidos en este trabajo.

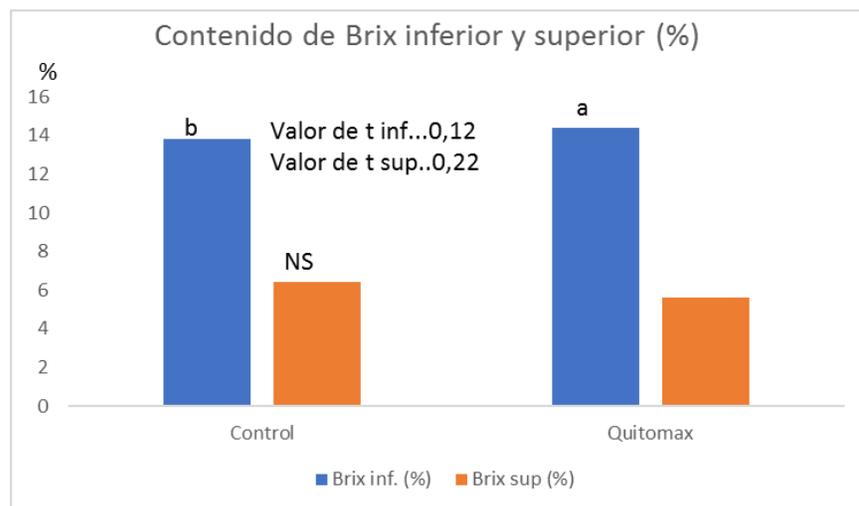


Figura 3: Brix obtenidos en la parte superior e inferior del tallo por tratamientos.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados evaluados anteriormente se llegan a la siguiente conclusión:

1. Se puede concluir que, sobre la masa de los tallos y el brix inferior, existió una influencia de la aplicación del Quitomax, no así en el brix superior que no existió diferencias significativas, entre los tratamientos evaluados.

Referencias bibliográficas

- Alemán, R. *et al.*, (2019). Variación de algunos indicadores fisiológicos y componentes del rendimiento con la fertilización orgánica en la variedad de caña de azúcar cristalina en las condiciones de la Amazonía *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* Vol. 2 No. 1, enero-junio 2019, pp. 16-24. Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.
- Cobeña, J y Loor, I. (2016). Caracterización físico-química del jugo de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la hacienda El Jardín. Carrera Agroindustria tesis previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Politécnica de Manabí. Ecuador.
- Coll, R. (2012) Estudio de comportamiento de las variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) C90-317, C132-81 y C86-12 para incrementar los rendimientos agrícola e industrial en la UBPC Santa Inés de Banes. Trabajo de Diploma. Universidad de Holguín.
- Falcón Rodríguez AB, Costales Mené D, González-Peña Fundora D, Nápoles García MC. (2015). Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(supl.1):111–29.
- Gómez, Ruth. (2016) Evaluación del efecto de prácticas orgánicas de nutrición de caña panelera (*Saccharum officinarum* L.) en el municipio de Nocaima -Cundinamarca. Tesis presentada en opción del título de Máster. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agrarias Bogotá D.C., Colombia.
- 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.
- ICUMSA. (2016). Determinación de Pol (polarización), Brix y fibra en caña y bagazo por el método de desintegración húmeda. En: Libro de Métodos 2005. Berlín Alemania. 8p
- INICA (2001). Instructivo sobre la aplicación d bioestimulante en caña de azúcar y otros cultivos. INICA. Ciudad de la Habana.
- Kairos. (2018). Cultivo de la caña de azúcar. [en línea]. Recuperado el 25 de mayo del 2018, de http://www.iris.cnice.mecd.es/Kairos/temas/Intercambios_/intercambios4_010_302.htm
- Larrahondo, Jesús. (2015). Calidad de la caña de azúcar. p. 339. INICA. La Habana

- Martínez, R.; Betancourt; M. Rodríguez; I. Vidal; S. Guillén (2015). "Evaluación Agrotécnica de la Combinada Cosechadora de Caña de Azúcar CASE IH 8800 y del Semirremolque Auto basculante de Fabricación Cubana en Suelos Arcillosos Pesados con Superficies Acanterada.". En, pp., 2015
- Patiño, A. (2011). Evaluación del rendimiento agroproductivo e industrial de tres variedades certificadas de caña de azúcar (*saccharum officinarum*) de origen cubano (c 1051-73, c 8751, c 132-81), frente al testigo variedad Cristalina, en la etapa de cosecha, en el cantón Huamboya, provincia de Morona Santiago [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1094>
- Peniche, H; Ramírez, MA; Peniche, C. (2015). Título del trabajo. Revista de plásticos modernos: Ciencia y tecnología de polímeros, ISSN 0034-8708, Vol. 109, N°. 701, 2015.
- Pérez, G. (2008). Clasificación Taxonómica, características anatómicas y morfológicas de la Caña de Azúcar, Fisiología del crecimiento y desarrollo. Universidad Estatal Amazónica.
- Pulido, J., Soto, R., Ortiz, R.& Castellano, R. (2013). Efecto del Biobras-16 y Fitomas-E en el tomate de crecimiento indeterminado en casas de cultivo protegido. *Centro Agrícola*, 40 (1):29-34.
- Roca, V. (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. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias para el Desarrollo. Universidad de Guayaquil
- Shukla, S., Yadav, R., Suman, A. & Sigh, P., (2008). Improving rhizospheric environment and sugarcane ratoon yield through bioagents amended farm yard manure in Udic Ustochrept soil. *Soil and Tillage Research*, Volumen 99, pp. 158 - 168.
- Singh, M., Khanna, S. & Prakash, N. T., (2010). Influence of Cellulolytic Bacterial Augmentation on Organic Carbon and Available Phosphorus in Sandy Loam Soil under cultivation. *Journal of Agricultural Science*, 2(3), pp. 137-145.
- Terry, A.E., Ruiz, P.J., Tejeda, P.T.& Díaz-de Armas, M.M. (2013). Respuesta del cultivo de

la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Vertili) a la aplicación de diferentes bioproductos. *Cultivos Tropicales*, 34(3):5-10.

Torres, R. (2004). Octavo Fórum de Ciencia y Técnica. Efecto de bioestimulante en Caña de Azúcar. INICA, La Habana.