

# Influencia de los bioproductos en áreas de semilla categorizada de caña de azúcar

Héctor Jorge-Suárez<sup>1\*</sup>, Irenaldo Delgado-Mora<sup>2</sup>, Miguel González-Núñez<sup>3</sup>, Emid Y. Rangel-Ortíz<sup>3</sup>, Robín D. González-Hernández<sup>3</sup>

1. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)

Carretera CUJAE, Km. 1½, Boyeros. La Habana, Cuba

2. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Villa Clara (INICA-VC)

Autopista Nacional, Km 246. Ranchuelo. Villa Clara, Cuba

3. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Cienfuegos (INICA-Cienfuegos)

\*[hector.jorge@inica.azcuba.cu](mailto:hector.jorge@inica.azcuba.cu)

## RESUMEN

**Introducción.** La tendencia actual en la agricultura es encontrar opciones que garanticen el incremento de los rendimientos y disminuyan o eliminen los productos químicos; en este contexto, el uso de los bioproductos juega un papel fundamental.

**Objetivo.** Cuantificar el beneficio que se obtiene con la aplicación de diferentes tratamientos de bioproductos en la producción de semillas de caña de azúcar.

**Materiales y Métodos.** Fueron evaluados tres experimentos en dos localidades de la provincia de Cienfuegos, con dos cultivares y cuatro tratamientos, con diferentes bioproductos, más el control. El diseño utilizado fue de bloque al azar, con tres repeticiones.

**Resultados y discusión.** La aplicación de bioproductos incrementó la producción de caña y el número de raíces totales, existe entre ambas una relación positiva y significativa. No hubo diferencias en las variables evaluadas, en cuanto a la calidad del jugo en los cuatro estudios. La valoración económica mostró una relación beneficio / costo positiva con todos los tratamientos, por lo que se considera factible su uso en la producción de semillas.

**Conclusiones.** El FITOMAS-PLUS® fue el bioproducto que más incrementó la producción de caña. Las t caña / ha<sup>-1</sup> tienen una fuerte relación con el número de raíces totales. La aplicación de los bioestimulantes es factible económicamente.

**Palabras clave.** Cultivares, tratamientos, t caña / ha<sup>-1</sup>, calidad de los jugos, valoración económica.

## ABSTRACT

**Introduction.** The current trend in agriculture is to find options that guarantee increased yields and decrease or eliminate chemical products; in this context, the use of bioproducts plays a fundamental role.

**Objective.** To quantify the benefit obtained with the application of different Bioproduct treatments in sugarcane seed production

**Materials and Methods.** Three experiments were evaluated in two locations in the province of Cienfuegos with two cultivars and four treatments with different bioproducts plus the control. The design used was a randomized block with three repetitions.

**Results and Discussion.** The application of bioproducts increased sugarcane production and the number of total roots; there was a positive and significant relationship between the two. There were no differences in the variables evaluated in terms of juice quality in the four studies. The economic valuation showed a positive benefit/cost relationship with all treatments, so its use in seed production is considered feasible.

**Conclusions.** FITOMAS-PLUS® was the bioproduct that most increased sugarcane production. The t cane/ha<sup>-1</sup> have a strong relationship with the number of total roots. The application of biostimulants is economically feasible.

**Keywords.** Cultivars, treatments, t cane ha<sup>-1</sup>, juice quality, economic valuation.

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de elevar las producciones de las cosechas, disminuir los costos y los impactos negativos sobre el ambiente han conducido, durante años, a investigadores y productores a buscar vías alternativas para mejorar la efectividad de las prácticas agrícolas; de ahí que, en los últimos años se haya producido un significativo incremento en la producción y comercialización de nuevos insumos agrícolas, elaborados y desarrollados por empresas nacionales e internacionales, para ser aplicados en la caña de azúcar, con el propósito de estimular el desarrollo y calidad de las cosechas (1).

La tendencia actual en la agricultura es encontrar opciones que garanticen el incremento de los rendimientos y disminuyan o eliminen el uso de fertilizantes, plaguicidas y reguladores del crecimiento, producidos por las industrias químicas, pues estos compuestos poseen un elevado riesgo de contaminación para el ambiente (2); además, la fertilización química es cara y representa entre el 12 y el 17 % del costo de la producción agrícola cañera.

La agricultura sostenible, como de práctica agroalimentaria, promueve el uso de los bioestimulantes, pues su común denominador es contener principios activos que actúan sobre la fisiología de las plantas, que aumentan su desarrollo, productividad y la calidad del fruto y contribuyen, así, a mejorar la resistencia de las especies vegetales ante diversas enfermedades (3).

El FITOMAS-EC®, derivado de subproductos de la industria azucarera con marcadas propiedades antiestrés (4), está elaborado a partir de sustancias bioquímicas de alta energía, propias de los vegetales superiores, principalmente aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos bioactivos (2). El ENERPLANT®, por su parte, es un bioestimulante y biorregulador del crecimiento vegetal, que estimula la producción de flores y frutos, acorta el ciclo biológico del cultivo e incrementa, notablemente, los rendimientos de las cosechas en calidad y cantidad (5).

El FITOMAS-PLUS® es una mezcla, en fábrica o en tanque, de FITOMAS-EC® + ENERPLANT®; este bioestimulante alcanzó resultados satisfactorios en las extensiones y los experimentos reportados por (6), en distintas condiciones edafoclimáticas del país.

Por otra parte, el LEBAME® es un producto del ICIDCA (microorganismos eficientes), bioestimulador del crecimiento vegetal, que se produce por vía biotecnológica y está constituido por los microorganismos: *Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato, *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1 y *Saccharomyces cerevisiae* L-25-7-12.

El FITOMAS-PLUS® se produce a partir de un inóculo de los referidos microorganismos, con miel final de caña y sulfato de amonio, a través de un proceso fermentativo. Se plantea que este producto incrementa el crecimiento, la calidad y la productividad de los cultivos y su capacidad fotosintética, al lograr un mayor desarrollo foliar. Promueve la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas; además, genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas (7).

El ICIBIO-GLU® es producido por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), su ingrediente activo es *Gluconacetobacter diazotrophicus*, bacteria endófito con capacidad para fijar N atmosférico; producir fitohormonas como ácido indol acético (AIA) y ácido giberélico; solubilizar nutrientes minerales, como P y Zn y presentar actividad antagonista frente a fitopatógenos, como *Colletotrichum falcatum*, *Xanthomonas albilineans* y el nematodo *Meloidogyne incognita* (7).

Su uso reduce el requerimiento de fertilizante nitrogenado hasta en un 50 %; asimismo, promueve el desarrollo radical mediante la producción de fitohormonas del crecimiento vegetal, lo que permite explorar mayor volumen de suelo e incrementar la absorción de agua y nutrientes, este se aplica asperjado a dosis de 10 L/ha.

El objetivo del trabajo es cuantificar el beneficio que se obtiene con la aplicación de diferentes tratamientos de bioproductos, en la producción de semilla de la caña de azúcar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron evaluados tres experimentos. Los estudios se desarrollaron en el Banco de Semilla Básico (BSB) de Cienfuegos, ubicado en la localidad de Espartaco, municipio de Palmira, sobre suelos Pardos sin carbonato y en la Unidad Básica de Producción Agropecuaria Vietnam, perteneciente a la Empresa Agroindustrial Azucarera Antonio Sánchez, ubicada en el municipio de Aguada de Pasajeros, en suelos Ferralíticos Rojos (8); los experimentos cosechados cuentan con edades entre 9 y 11 meses. La tabla 1 muestra las características de los experimentos y la tabla 2 los tratamientos empleados.

**Tabla 1.** Características de los experimentos

| Cultivares | Localidad                          | Cepa          | Fecha de siembra o cosecha | Mes de evaluación y edad |
|------------|------------------------------------|---------------|----------------------------|--------------------------|
| C86-12     | Espartaco (Semilla básica)         | Caña planta   | Julio 2022                 | Junio 2023 (11 meses)    |
| C86-12     | Espartaco (Semilla básica)         | Primer retoño | Octubre 2022               | 2023 (10 meses)          |
| C92-325    | UBPC-Vietnam (Semilla certificada) | Primer retoño | Septiembre 2022            | Junio 2023 (9 meses)     |

**Tabla 2.** Tratamientos empleados en los diferentes estudios por localidades

| Tratamientos             | Dosis                                                                | Número de aplicaciones |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1. Testigo               | -                                                                    | -                      |
| 2. LEBAME® + ICIBIO-GLU® | LEBAME® 2 L / ha <sup>-1</sup> + ICIBIO-GLU® 5 L / ha <sup>-1</sup>  | 1 aplicación           |
| 3. LEBAME® + ICIBIO-GLU® | LEBAME® 2 L / ha <sup>-1</sup> + ICIBIO-GLU® 10 L / ha <sup>-1</sup> | 1 aplicación           |
| 4. FITOMAS-EC®           | 2 L / ha <sup>-1</sup>                                               | 1 aplicación           |
| 5. FITOMAS-PLUS®         | 2 L de FITOMÁS-EC® + 5.2 mililitros de ENERPLANT®/ ha <sup>-1</sup>  | 1 aplicación           |

Se realizó una sola aplicación entre los 70 y 80 días de cosechado (el retoño); y, en la caña planta, cuando el cultivo tuvo suficiente área foliar, con asperjadora de espalda (mochila) ajustada, con boquillas Flood jet (en bandas sobre el surco), con una solución final calibrada de 200 L / ha<sup>-1</sup>.

### Diseño experimental y variables estudiadas

El área de las parcelas experimentales fue de 64 m<sup>2</sup> (4 surcos de 10 m de largo, a una distancia entre surcos de 1.60 m). Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. En todos los casos se fertilizó según las recomendaciones del Servicio de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE) para cada tipo de suelo.

Las variables valoradas fueron t de caña / ha<sup>-1</sup> (TCH), número de raíces totales, porcentaje de Pol en caña (PPC), azúcares reductores y valoración económica. El rendimiento agrícola se estimó de acuerdo con lo descrito por Martín (9).

Para la valoración económica se tuvo en cuenta el costo del FITOMAS-EC®, el LEBAME® y el ICIBIO-GLU®, que es el que paga el productor a AZUMAT (Empresa Comercializadora del Grupo Empresarial Azcuba), el costo de aplicación es el determinado por el servicio que le presta la empresa a la base productiva, el del ENERPLANT® se corresponde con la propuesta de la Resolución 313/2020 del Ministerio de Finanzas y Precios para la venta a los productores, en todos los casos se empleó el precio de la semilla certificada y el costo de la cosecha, que son los que establece AZCUBA en la ficha de costo y precio para una hectárea de siembra de caña en el 2022 (19136.36 CUP).

### Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza simple con el propósito de conocer las diferencias existentes entre los tratamientos en las variables estudiadas (excepto valoración económica) y la prueba de comparación de medias, mediante la prueba de Múltiples Rangos con dócima de Tukey ( $p < 0.05$ ). También se realizó una regresión entre las raíces totales y la producción de caña con la intención de conocer la posible relación entre ellas. Los datos originales de las variables estudiadas fueron evaluados con respecto a su normalidad, mediante la prueba de chi-cuadrado, la variable número de raíces totales no cumplió con esa exigencia, por lo que fue necesario utilizar, en la transformación, la raíz cuadrada.

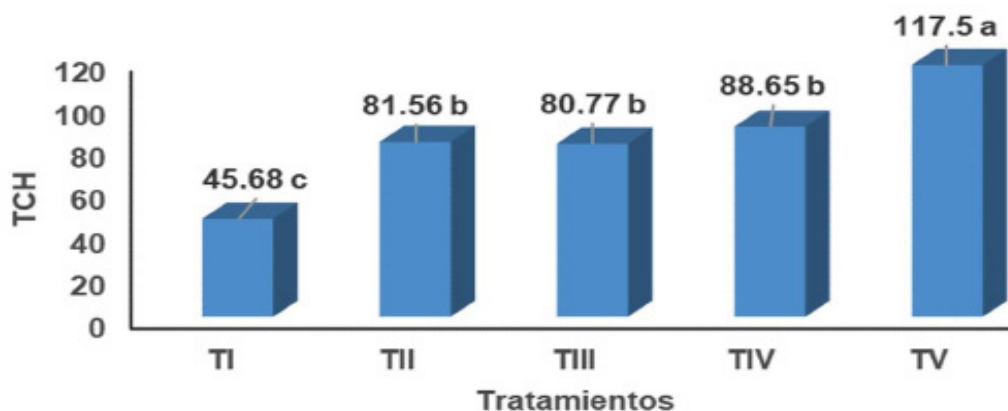
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Localidad: Espartaco, variedad: C86-12, cepa: caña planta

Los resultados de la tabla 3 muestran diferencias significativas entre los tratamientos, todos los bioproductos superaron al testigo y el FITOMAS-PLUS® alcanzó los rendimientos más elevados (figura 1). Sin embargo, no hubo diferencia entre los restantes. Zuaznabar *et al.* (6) evaluaron cuatro tratamientos en áreas comerciales de caña de azúcar y concluyeron que, en el rendimiento agrícola, el tratamiento de FITOMAS-PLUS® a dosis de 2.026 litros / ha<sup>-1</sup> en una sola aplicación, fue superior al tratamiento estándar de FITOMAS-E®, a dosis de 2 L / ha<sup>-1</sup>, en dos aplicaciones y similar a la mezcla en tanque de FITOMAS-E® (2 litros / ha<sup>-1</sup>) + ENERPLANT® (0.026 L / ha<sup>-1</sup>), en dos aplicaciones.

**Tabla 3.** Análisis de varianza para las t caña / ha<sup>-1</sup>, cepa caña planta

| F. Variación | S. Cuadrados | G.L | C. Medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 4363.05      | 4   | 1090.76   | **   |
| Error        | 556.58       | 10  | 55.56     |      |
| X ± ES       | 86.83 ± 4.31 |     |           |      |



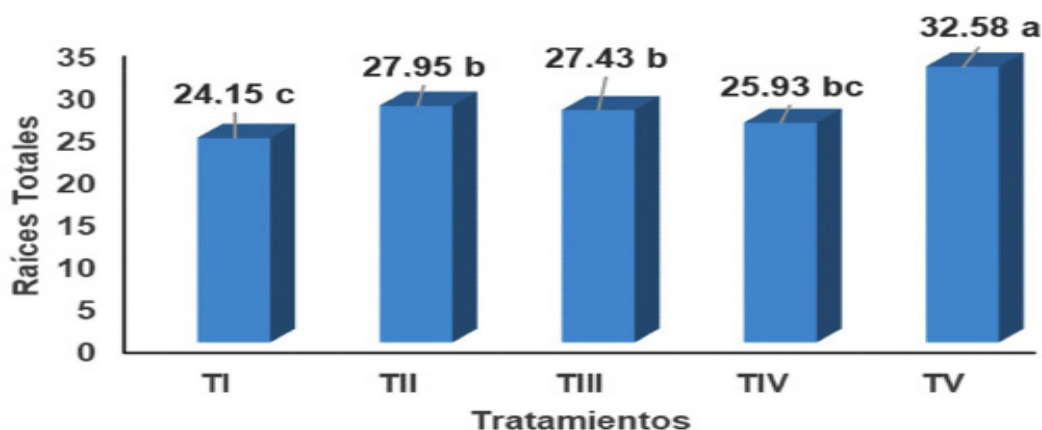
**Figura 1.** Comparación entre los tratamientos en la variable t caña / ha<sup>-1</sup>, cepa caña planta.

La tabla 4 y la figura 2 también ofrecen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Jorge *et al.* (10) evaluaron el bioestimulante IHO-BIO en estudios de semilla en la Compañía CALESA, de la República de Panamá y comprobaron que el tratamiento, con este bioproducto, superó al testigo en las variables t caña / ha<sup>-1</sup> y número de raíces totales; además, lograron incrementos porcentuales de 36.06 % para las primeras y 9.7 para las segundas. Los tratamientos V, III y II superaron al testigo y, aunque el IV no difirió del III y del II, tuvo similitud con el testigo.

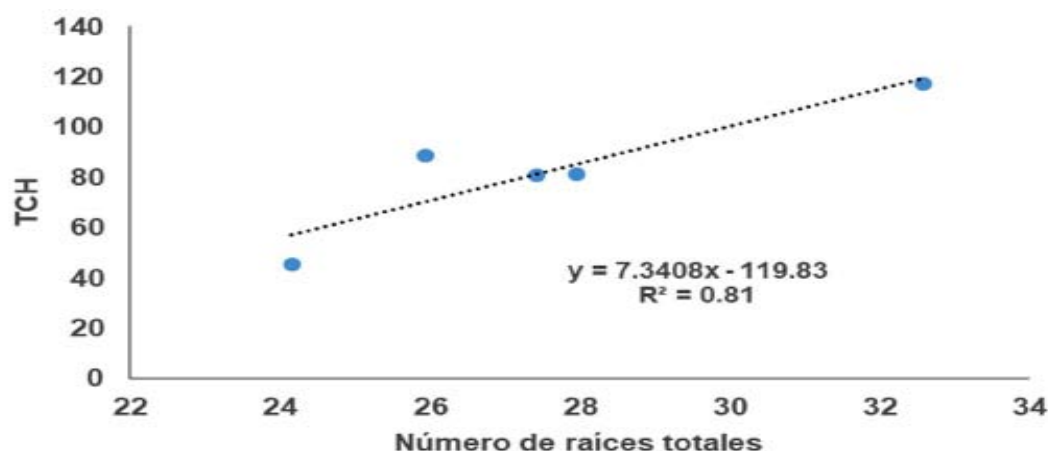
La figura 3 presentó la existencia de una relación significativa entre el número de raíces totales en la plantación y las t caña / ha<sup>-1</sup>, aspecto que explica una de las posibles causas del incremento de la producción de caña con la aplicación de los fitoestimulante. Bastidas *et al.*, (11) encontraron correlaciones positivas entre el número de raíces de las plantas y los indicadores del rendimiento en el cultivo de la caña de azúcar.

**Tabla 4.** Análisis de varianza para el número de raíces totales, cepa caña planta

| F. Variación | S. Cuadrados | G.L | C. Medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 118.87       | 4   | 29.72     | **   |
| Error        | 25.69        | 10  | 2.57      |      |
| X ± ES       | 27.61 ± 0.93 |     |           |      |



**Figura 2.** Comparación entre los tratamientos en la variable número de raíces totales, cepa caña planta.



**Figura 3.** Relación entre el número de raíces totales y las t caña / ha<sup>-1</sup>

Las tablas 5 y 6 expresan que en caña planta los bioproductos no tuvieron influencia en las variables de la calidad del jugo analizadas. Los resultados de la valoración económica (tabla 7), demostraron un corolario positivo de la relación beneficio/costo con los distintos bioproductos aplicados, lo que expresa la factibilidad de su aplicación en las plantaciones de semilla de la caña de azúcar.

**Tabla 5.** Análisis de varianza para el porcentaje de Pol en caña, cepa caña planta

| F. Variación | S. Cuadrados | G.L | C. Medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 3.39         | 4   | 0.85      | ns   |
| Error        | 10.76        | 10  | 1.08      |      |
| X ± ES       | 16.25± 0.60  |     |           |      |

**Tabla 6.** Análisis de varianza para el porcentaje de azúcares reductores, cepa caña planta

| F. variación | S. cuadrados | G.L | C. medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 0.25         | 4   | 0.06      | ns   |
| Error        | 0.71         | 10  | 0.07      |      |
| X ± ES       | 1.05± 0.15   |     |           |      |

**Tabla 7.** Valoración económica

|                                                      |                   |                                          |                                            |                        |                         |
|------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Costo del ENERPLANT®</b>                          | 537.59 CUP        | 5.2 ml                                   | -                                          | -                      | -                       |
| <b>Costo del FITOMAS EC®</b>                         | 32 CUP            | Litro                                    |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del LEBAME®</b>                             | 18 CUP            | Litro                                    |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del ICIBIO-GLUP®</b>                        | 21 CUP            | Litro                                    |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del FITOMAS-PLUS®</b>                       | 601.59 CUP        | Litro                                    |                                            |                        |                         |
| <b>Costo de aplicación</b>                           | 32 CUP            |                                          |                                            |                        |                         |
| <b>Costo de cosecha</b>                              | 231.46 CUP        |                                          |                                            |                        |                         |
| <b>Tratamientos</b>                                  | <b>Testigo TI</b> | <b>LEBAME® 2 L + ICIBIO-GLU® 5 L TII</b> | <b>LEBAME® 2 L + ICIBIO-GLU® 10 L TIII</b> | <b>FITOMAS-EC® TIV</b> | <b>FITOMAS-PLUS® TV</b> |
| <b>t caña / ha<sup>-1</sup></b>                      | 45.68             | 81.56                                    | 80.77                                      | 88.65                  | 117.5                   |
| <b>Diferencia con el Testigo-control</b>             |                   | 35.88                                    | 35.09                                      | 42.97                  | 71.82                   |
| <b>Precio de la t / caña de semilla certificada</b>  | 805.94            | 805.94                                   | 805.94                                     | 805.94                 | 805.94                  |
| <b>Valor de las toneladas de semilla certificada</b> | 36815.34          | 65732.47                                 | 65095.77                                   | 71446.58               | 94697.95                |
| <b>Costo de cosecha</b>                              | 10573.09          | 18877.88                                 | 18695.02                                   | 20518.93               | 27196.55                |
| <b>Costo del prod. + aplicación + cosecha</b>        | 10573.09          | 19050.88                                 | 18973.02                                   | 20614.93               | 27830.14                |
| <b>Total de CUP</b>                                  | 26242.25          | 46681.59                                 | 46122.75                                   | 50831.65               | 66867.81                |
| <b>Beneficio en CUP</b>                              |                   | <b>20439.34</b>                          | <b>19880.50</b>                            | <b>24589.41</b>        | <b>40625.56</b>         |
| <b>Beneficio / costo</b>                             |                   | <b>1.779</b>                             | <b>1.758</b>                               | <b>1.937</b>           | <b>2.548</b>            |

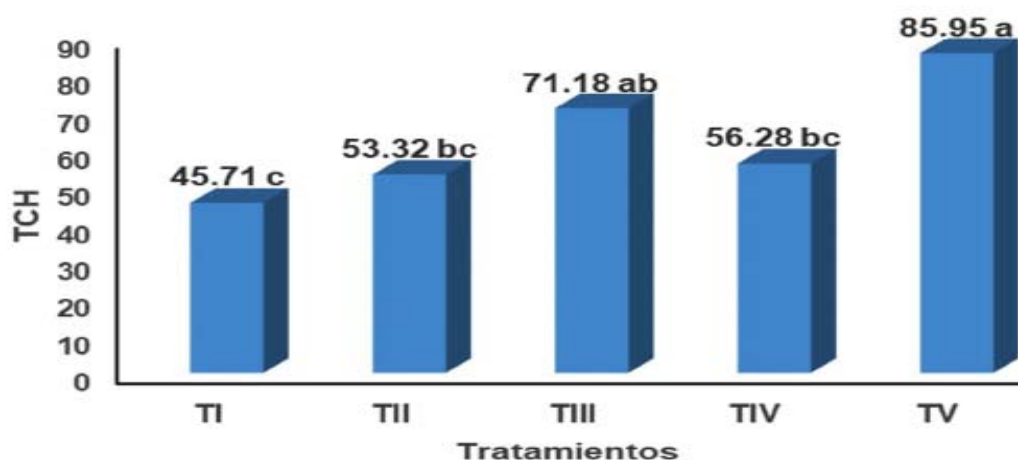
**Localidad: Espartaco, variedad: C86-12, cepa: primer retoño**

La tabla 8 señala diferencias significativas entre los tratamientos. Los mejores resultados los brindó el tratamiento V, seguido por el III, entre ellos no hubo diferencias significativas y superaron al

testigo. Es de destacar que los resultados de retoño difieren de los de caña planta, en lo referente al mejor comportamiento del tratamiento III, que puede deberse a que el ICIBIO-GLU® es una bacteria endófito con capacidad para fijar N atmosférico en la caña de azúcar. León (12) expuso que, en muchos casos, es posible prescindir de la fertilización nitrogenada en las cepas de planta, solo se observa efecto de la fertilización en esta cepa cuando hay compactación o hidromorfía manifiestas en el suelo o, cuando el contenido de materia orgánica es muy bajo. Los retoños requieren de aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y su eficiencia de uso aumenta con el número de cortes. Los tratamientos II y IV igualaron al III y no difieren del control (figura 4).

**Tabla 8.** Análisis de varianza para las t caña / ha<sup>-1</sup>, cepa primer retoño

| F. Variación | S. Cuadrados | G.L | C. Medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 3089.5       | 4   | 773.38    | **   |
| Error        | 1068.83      | 10  | 106.88    |      |
| X ± ES       | 62.49± 5.97  |     |           |      |

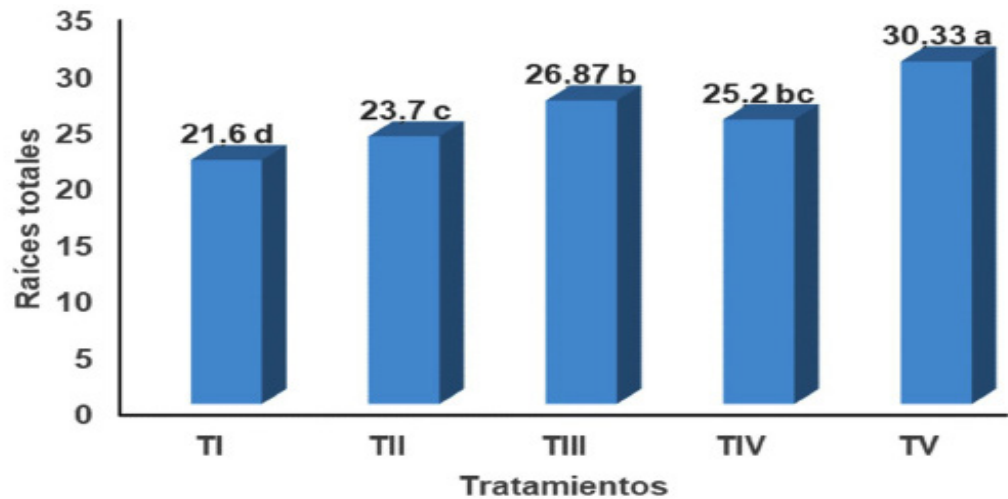


**Figura 4.** Comparación entre los tratamientos en la variable t caña / ha<sup>-1</sup>, cepa primer retoño.

El número de raíces totales (tabla 9) manifestó diferencias significativas y su comportamiento tuvo la misma tendencia que las t caña / ha<sup>-1</sup>. Todos los tratamientos superaron al testigo, las producciones más elevadas fueron del tratamiento V, seguido por el III (figura 5).

**Tabla 9.** Análisis de varianza para el número de raíces totales, cepa primer retoño

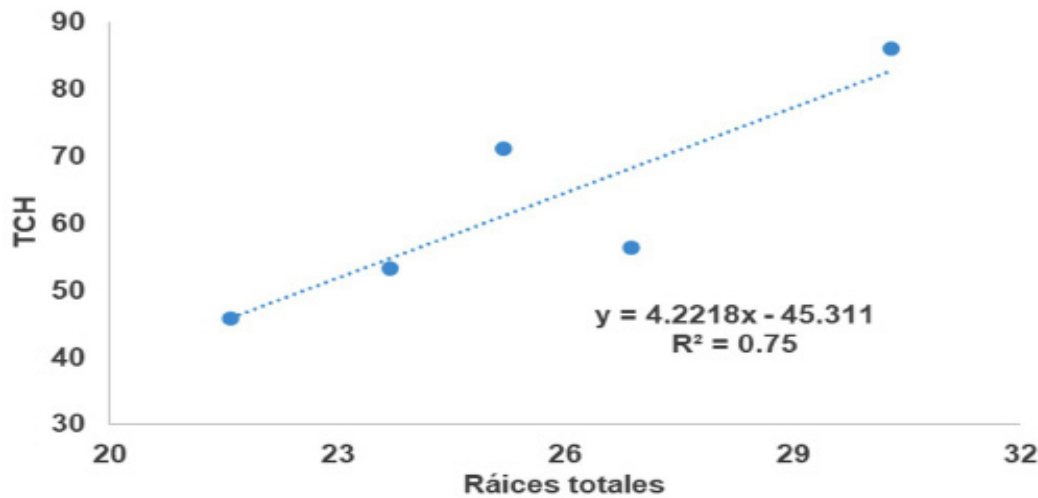
| F. variación | S. cuadrados | G.L | C. medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 131.28       | 4   | 32.82     | **   |
| Error        | 9.77         | 10  | 0.98      |      |
| X ± ES       | 25.54±0.57   |     |           |      |



**Figura 5.** Comparación entre los tratamientos en la variable número de raíces totales, cepa primer retoño.

En esta cepa (retoño) la relación entre el número de raíces totales y la producción de caña (figura 6) tuvo un comportamiento similar a los alcanzados en las cepas de caña planta, lo que reafirma el resultado que ejercen los bioestimulantes en el aumento del sistema radicular y su efecto positivo en las t caña / ha<sup>-1</sup>. Bastidas (11) planteó que el incremento del número de raíces totales es de gran importancia, ya que este es un carácter que favorece la extracción de los nutrimentos y la adaptación de las plantas a la sequía.

El porcentaje de Pol en caña (PPC) y los azúcares reductores (tablas 10 y 11) no expresan diferencias entre los tratamientos, similar a lo ocurrido en los estudios realizados en la cepa de caña planta, que corrobora lo expresado anteriormente y se refiere a que los fitoestimulantes estudiados no tienen influencia en las variables de la calidad del jugo analizadas.



**Figura 6.** Relación entre el número de raíces totales y las t caña / ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para el porcentaje de Pol en caña, cepa primer retoño

| F. variación | S. cuadrados | G.L | C. medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 0.17         | 4   | 0.04      | ns   |
| Error        | 0.26         | 10  | 0.09      |      |
| X ± ES       | 15.45 ± 0.09 |     |           |      |

**Tabla 11.** Análisis de varianza para el porcentaje de azúcares reductores, cepa primer retoño

| F. variación | S. cuadrados | G.L | C. medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 0.006        | 4   | 0.001     | ns   |
| Error        | 0.008        | 10  | 0.0006    |      |
| X ± ES       | 0.68 ± 0.01  |     |           |      |

Los resultados de la valoración económica (tabla 12) certifican lo expresado respecto a la relación beneficio / costo en la cepa de caña planta en Espartaco.

**Tabla 12.** Valoración económica

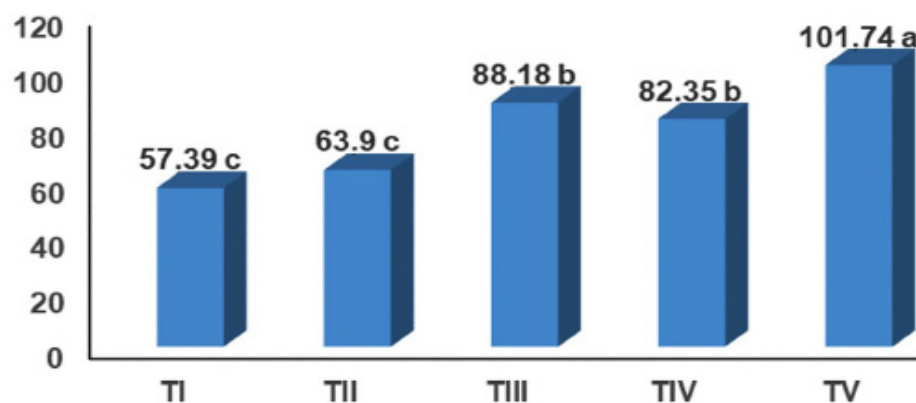
|                                                      |                   |                                         |                                            |                        |                         |
|------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Costo del ENERPLANT®</b>                          | 537.59 CUP        | 5.2 ml                                  | -                                          | -                      | -                       |
| <b>Costo del FITOMAS EC®</b>                         | 32 CUP            | Litro                                   |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del LEBAME®</b>                             | 18 CUP            | Litro                                   |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del ICIBIO-GLU®</b>                         | 21 CUP            | Litro                                   |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del FITOMAS-PLUS®</b>                       | 601.59 CUP        | Litro                                   |                                            |                        |                         |
| <b>Costo de aplicación</b>                           | 32 CUP            |                                         |                                            |                        |                         |
| <b>Costo de cosecha</b>                              | 231.46 CUP        |                                         |                                            |                        |                         |
| <b>Tratamientos</b>                                  | <b>Testigo TI</b> | <b>LEBAME® 2 L + ICIBIO-GLU® 5L TII</b> | <b>LEBAME® 2 L + ICIBIO-GLU® 10 L TIII</b> | <b>FITOMAS-EC® TIV</b> | <b>FITOMAS-PLUS® TV</b> |
| <b>t caña / ha<sup>-1</sup></b>                      | 45.71             | 53.32                                   | 71.18                                      | 56.28                  | 85.95                   |
| <b>Diferencia con el Testigo-control</b>             |                   | 7.61                                    | 25.47                                      | 10.57                  | 40.24                   |
| <b>Precio de la t / caña de semilla certificada</b>  | 805.94            | 805.94                                  | 805.94                                     | 805.94                 | 805.94                  |
| <b>Valor de las toneladas de semilla certificada</b> | 36839.52          | 42972.72                                | 57366.81                                   | 45358.30               | 69270.54                |
| <b>Costo de cosecha</b>                              | 10580.04          | 12341.45                                | 16475.32                                   | 13026.57               | 19893.99                |
| <b>Costo del prod. + aplicación + cosecha</b>        | 10580.04          | 12514.45                                | 16753.32                                   | 13122.57               | 20527.58                |
| <b>Total de CUP</b>                                  | 26259.48          | 30458.27                                | 40613.49                                   | 32235.73               | 48742.97                |
| <b>Beneficio en CUP</b>                              |                   | <b>4198.79</b>                          | <b>14354.01</b>                            | <b>5976.25</b>         | <b>22483.49</b>         |
| <b>Beneficio / costo</b>                             |                   | <b>1.160</b>                            | <b>1.547</b>                               | <b>1.228</b>           | <b>1.856</b>            |

**Tabla 13.** Análisis de varianza para las t caña / ha<sup>-1</sup>, cepa primer retoño

| F. variación | S. cuadrados | G.L | C. medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 3921.4       | 4   | 980.36    | **   |
| Error        | 183.90       | 10  | 18.39     |      |
| X ± ES       | 78.71 ± 2.48 |     |           |      |

### Localidad: EAA Antonio Sánchez, UBPC Vietnam. Variedad: C92-325. Cepa primer retoño

En el área de semilla certificada de la UBPC Vietnam, perteneciente a la Empresa Agroazucarera (EAA) Antonio Sánchez, la producción de caña expresó diferencias altamente significativas (tabla 13) en la que el tratamiento V superó a los restantes (figura 7). Es de acentuar que en esta variable los tratamientos III y IV también superaron al testigo, lo que demuestra su efecto positivo y la necesidad de su introducción agilizada en la cadena de semilla, con el propósito de incrementar los rendimientos de la simiente.

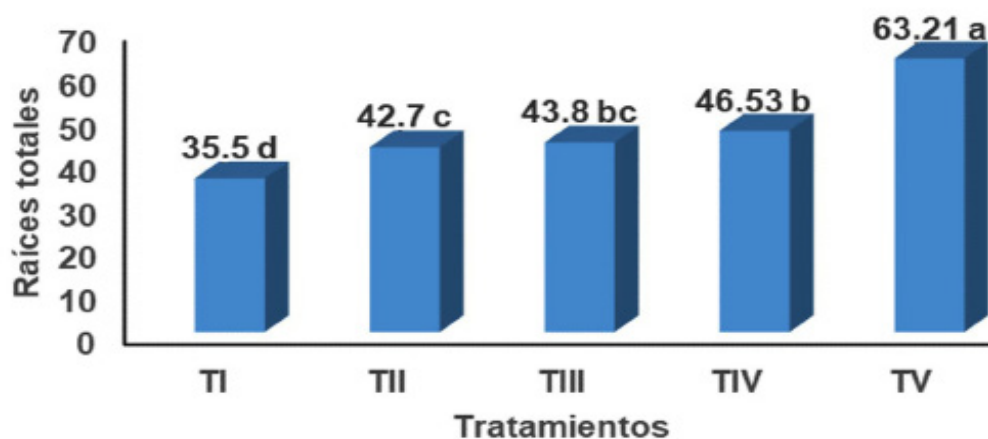


**Figura 7.** Comparación entre los tratamientos en la variable t caña / ha<sup>-1</sup>, cepa primer retoño.

En la tabla 14 se observa que hubo diferencias significativas para la variable analizada, todos los tratamientos superaron al testigo (figura 8) y se destacó el tratamiento V con los mejores resultados.

**Tabla 14.** Análisis de varianza para el número de raíces totales, cepa primer retoño

| F. variación | S. cuadrados | G.L | C. medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 1265.18      | 4   | 316.29    | **   |
| Error        | 22.67        | 10  | 2.27      |      |
| X ± ES       | 46.35 ± 0.87 |     |           |      |



**Figura 8.** Comparación entre los tratamientos en la variable número de raíces totales, cepa primer retoño.

En esta localidad la relación entre el número de raíces totales y la producción de caña (figura 9) tuvo un comportamiento similar a los alcanzados en Espartaco, en las cepas de caña planta y retoño, lo que reafirma el resultado que ejercen los bioestimulantes en el aumento del sistema radicular y su efecto positivo en las t caña / ha<sup>-1</sup>. León *et al.* (12) expresaron la necesidad de ampliar los estudios de raíces en los cultivos agrícolas de importancia económica, para conocer mejor el comportamiento del sistema radical de las plantas con el uso de fitoestimulantes

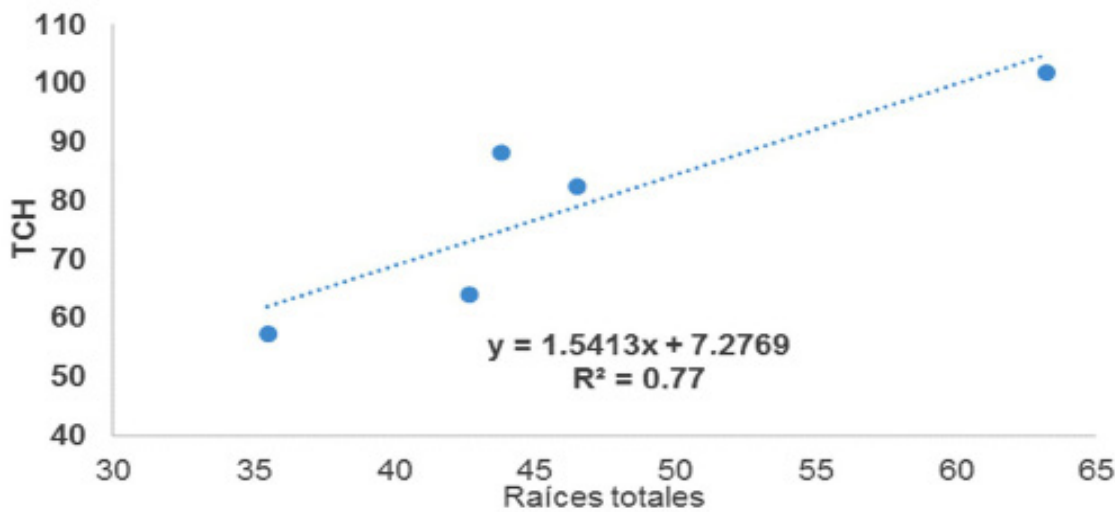


Figura 9. Relación entre el número de raíces totales y las t caña / ha<sup>-1</sup>.

El porcentaje de Pol en caña (PPC) y los azúcares reductores (tablas 15 y 16) no expresaron diferencias entre los tratamientos, similar a lo ocurrido en los estudios realizados en los suelos Pardos sin carbonato, en las cepas de caña planta y retoño, lo que corrobora lo expresado anteriormente, con respecto a los fitoestimulantes estudiados no tienen influencia en las variables de calidad del jugo analizadas. Los resultados de la valoración económica (tabla 17), certifican lo expresado sobre la relación beneficio /costo.

Tabla 15. Análisis de varianza para el porcentaje de Pol en caña, cepa primer retoño

| F. variación | S. cuadrados | G.L | C. medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 0.013        | 4   | 0.003     | ns   |
| Error        | 0.20         | 10  | 0.02      |      |
| X ± ES       | 7.61±0.08    |     |           |      |

Tabla16. Análisis de varianza para el porcentaje de azúcares reductores, cepa primer retoño

| F. variación | S. cuadrados | G.L | C. medios | Sign |
|--------------|--------------|-----|-----------|------|
| Tratamiento  | 0.015        | 4   | 0.003     | ns   |
| Error        | 0.07         | 10  | 0.007     |      |
| X ± ES       | 1.84±0.05    |     |           |      |

Tabla 17. Valoración económica

|                                                      |                   |                                         |                                            |                        |                         |
|------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Costo del ENERPLANT®</b>                          | 537.59 CUP        | 5.2 ml                                  |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del FITOMAS-EC®</b>                         | 32 CUP            | Litro                                   |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del LEBAME®</b>                             | 18 CUP            | Litro                                   |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del ICIBIO-GLU®</b>                         | 21 CUP            | Litro                                   |                                            |                        |                         |
| <b>Costo del FITO-MAS-PLUS®</b>                      | 601.59 CUP        | Litro                                   |                                            |                        |                         |
| <b>Costo de aplicación</b>                           | 32 CUP            |                                         |                                            |                        |                         |
| <b>Costo de cosecha</b>                              | 231.46 CUP        |                                         |                                            |                        |                         |
| <b>Tratamientos</b>                                  | <b>Testigo TI</b> | <b>LEBAME® 2 L + ICIBIO-GLU® 5L TII</b> | <b>LEBAME® 2 L + ICIBIO-GLU® 10 L TIII</b> | <b>FITOMAS-EC® TIV</b> | <b>FITOMAS-PLUS® TV</b> |
| <b>t / caña ha<sup>-1</sup></b>                      | 57.39             | 63.9                                    | 88.18                                      | 82.35                  | 101.74                  |
| <b>Diferencia con el testigo-control</b>             |                   | 6.51                                    | 30.79                                      | 24.96                  | 44.35                   |
| <b>Precio de la t caña de semilla certificada</b>    | 805.94            | 805.94                                  | 805.94                                     | 805.94                 | 805.94                  |
| <b>Valor de las toneladas de semilla certificada</b> | 46252.8966        | 51499.57                                | 71067.79                                   | 66369.16               | 81996.34                |
| <b>Costo de cosecha</b>                              | 13283.4894        | 14790.29                                | 20410.14                                   | 19060.73               | 23548.74                |
| <b>Cost del prod. + aplicación + cosecha</b>         | 13283.4894        | 14963.29                                | 20688.14                                   | 19156.73               | 24182.33                |
| <b>Total de CUP</b>                                  | 32969.4072        | 36536.27                                | 50379.65                                   | 47212.43               | 57814.01                |
| <b>Beneficio en CUP</b>                              |                   | <b>3566.86</b>                          | <b>17410.24</b>                            | <b>14243.02</b>        | <b>24844.60</b>         |
| <b>Beneficio / costo</b>                             |                   | <b>1.108</b>                            | <b>1.528</b>                               | <b>1.432</b>           | <b>1.754</b>            |

## CONCLUSIONES

1. El FITOMAS-PLUS® fue el bioproducto que más incrementó la producción de caña.
2. Las t caña / ha<sup>-1</sup> tienen una fuerte relación con el número de raíces totales.
3. La aplicación de los bioestimulantes es factible económicamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mayor, J. L. (2009). Respuesta de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) a la aplicación de un fitoestimulante de producción nacional. [Trabajo de diploma]. 76 pp. Universidad Agraria de La Habana. Provincia Mayabeque.
2. Montano, R.; *et al.* FitoMas-E. Bionutriente derivado de la Industria Azucarera. Icidca sobre los derivados de la caña de azúcar, 2007, 41 (3): pp.10-16.
3. Zuaznábar, R.; *et al.* Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMás-E en el estado de Veracruz. Méjico. Icidca sobre los derivados de la caña de azúcar, 2013, 47(2): pp. 8-12.
4. Martínez, N. Organización para la puesta en marcha de una planta para la producción del bionutriente FitoMas-E. ICIDCA, sobre los derivados de la caña de azúcar, 2012, 46 (2): pp. 21- 25.

5. BIOTEC INTERNACIONAL S.A. (1996). Enerplant®. Regulador de crecimiento orgánico y bioactivador celular. BIOTROPIC. S.A. de C.V. En sitio web: <http://www.biotropic.com.mx>.
6. Zuaznabar, R.; *et al.* FitoMas-Plus nueva formulación de bioestimulantes más eficaz para caña de azúcar. ICIDCA, sobre los derivados de la caña de azúcar, 2019, 53 (3).
7. Martínez M. El ICIDCA y la Producción de Bioproductos en Cuba. (2021). Periódico Granma. <https://www.granma.cu>
8. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch,D.; Castro, N. (2015). Clasificación de los Suelos de Cuba: Instituto de Suelos. Habana, Cuba, p. 92. ISBN: 978-959-7023-77-7.
9. Martín, A.; Landell, G. Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de açúcar utilizados no programa Cana IAC. Instituto Agronômico. Pindorama, Sao Paulo, Brasil, 1995: p. 2-14.
10. Jorge, H.; *et al.* (2017). Resultados del IHO-BIO en el cultivo de la caña de azúcar en la República de Panamá. ICIDCA, sobre los derivados de la caña de azúcar, 2019, 51 (3): pp. 8-14.
11. Bastidas, L.; *et al.* Influencia del sistema radical sobre los indicadores de rendimiento en la caña de azúcar. Multiciencias, 2011, 11 (1): pp. 15-25.
12. León, M.; *et al.* Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar. Capítulo V. La Habana: INICA, 2014. pp. 107-150.