








Technical note / Nota Técnica

Respuesta agroproductiva de *Zea mays* L. con la aplicación foliar de VIUSID agro®

Agroproductive response of *Zea mays* L. with the foliar application of VIUSID agro®

Resposta agroprodutiva de *Zea mays* L. com a aplicação foliar de VIUSID agro®

Kolima Peña^{1,2*}, Alexander Calero-Hurtado², Dilier Olivera-Viciedo², Juan Carlos Rodríguez¹, Thiago Fernandes², Rinel García¹ y Gabriela Ajila²

¹Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez. Avenida de los Mártires 360, Sancti Spíritus, Cuba. Correos electrónicos: (KP) kolimapena@gamil.com ; (JR) jcarlos@uniss.edu.cu ; (RG) rainel@uniss.edu.cu . ²Universidad São Paulo (UNESP), Escuela de Agricultura y Ciencias Veterinarias, Jaboticabal, SP- Brasil. Correos electrónicos: (AC) alexcalero34@gmail.com , (DO) dilierolvi@gmail.com, , (TF) thiagofeliph@hotmail.com , (GA) gabita31_89@hotmail.com .

Resumen

Los promotores del crecimiento pueden ser una alternativa para incrementar el crecimiento y la producción de los cultivos de importancia agrícola como el maíz. Para determinar el efecto del VIUSID agro® en la respuesta agroproductiva del maíz, se diseñaron dos experimentos en años consecutivos. Se realizó un diseño experimental en bloques al azar para evaluar cuatro tratamientos, VIUSID agro® (0,1; 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹) y un control, con tres repeticiones. Se evaluaron diferentes variables de crecimiento y desarrollo del cultivo incluido el rendimiento agrícola. Las dosis de mejor comportamiento en la mayoría de las variables en los dos experimentos fueron 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹. En el rendimiento agrícola en ambos experimentos los tratamientos de mejor comportamiento fueron las dosis 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹ con un incremento promedio respecto al control de 24,55 y 45,06 %, respectivamente. Por lo que el VIUSID agro® favoreció la respuesta agroproductiva del maíz.

Palabras claves: aminoácido, maíz, granos, promotor del crecimiento.

Recibido el 19-02-2020 • Aceptado el 13-10-2020

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: kolimapena@gamil.com

Abstract

Growth promoters can be an alternative to increase the growth and production of crops of agricultural importance such as corn. To determine the effect of VIUSID agro® on the agroproductive response of corn, two experiments were designed in consecutive years. In both, a randomized block experimental design was carried out to evaluate four treatments, VIUSID agro® (0.1, 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹) and a control, with three replications. Different variables of the growth and development of the crop, including agricultural yield were evaluated. The best performance doses in the several variables of two experiments were 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹. The treatments with the best performance in the agricultural yield in both experiments were the doses 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹ with an average increase compared to the control of 24.55 and 45.06 % respectively. Therefore, VIUSID agro® favored the agro-productive response of corn.

Keywords: amino acid, corn, grains, growth promoter.

Resumo

Os promotores de crescimento podem ser uma alternativa para aumentar o crescimento e a produção de culturas de importância agrícola como o milho. Para determinar o efeito do VIUSID agro® na resposta agroprodutiva do milho, dois experimentos foram realizados em anos consecutivos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados para avaliar quatro tratamentos, VIUSID agro® (0,1; 0,3 e 0,5 L.ha⁻¹) e uma testemunha, com três repetições. Foram avaliadas diferentes variáveis de crescimento e desenvolvimento da cultura, incluindo a produtividade agrícola. As doses com melhor desempenho na maioria das variáveis nos dois experimentos foram 0,3 e 0,5 L.ha⁻¹. Na produtividade agrícola em ambos os experimentos os tratamentos com melhor desempenho foram as doses 0,3 e 0,5 L.ha⁻¹ com um aumento médio em relação ao controle de 24,55 e 45,06 %, respectivamente. Portanto, VIUSID agro® favoreceu a resposta agroprodutiva do milho.

Palavras-chave: aminoácido, milho, grãos, promotor de crescimento.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos predominantes en los mercados internacionales, es el alimento básico para más de 200 millones de personas y se estima que este número crezca a medida que la población mundial alcance los 8,1 miles de millones de

Introduction

Corn (*Zea mays* L.) is one of the predominant crops in international markets, it is the staple food for more than 200 million people and it is estimated that this number will grow as the world population reaches 8.1 thousand million

habitantes en 2025 (United Nation, 2017).

Según Faure *et al.* (2014), en Cuba dentro de las producciones de cultivos varios, el maíz constituye una de las más importantes. Según el anuario estadístico de Cuba (ONE, 2016) se siembran anualmente 185.922 ha de maíz de estas 7.286 ha pertenecen al sector estatal y 178.636 ha al sector privado. La producción total obtenida en esta área es de 427.295 t de ellas 13.882 t de sector estatal y 413.413 t del privado. El rendimiento promedio es de 2,30 t.ha⁻¹ entre los dos sectores, por lo que la producción es insuficiente e inversa a la demanda.

El VIUSID agro[®] pudiera ser una alternativa al incremento de la producción de maíz sin afectar el medio ambiente. En países como Cuba (Meléndrez *et al.* 2016) y Egipto (Atta *et al.*, 2017, Abdel-Lattif *et al.*, 2018;) se han reportados resultados satisfactorios con el uso de este producto. Sin embargo, aún las investigaciones son insuficientes partiendo de que las réplicas con diferentes especies, variedades y tratamientos en el tiempo, son un requisito en la investigación agropecuaria. Por lo que el objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la aplicación foliar de dosis de VIUSID agro[®] en el comportamiento agroproductivo del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

Materiales y métodos

Se realizaron dos experimentos en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Sopimpa, Fomento, Sancti Spiritus, Cuba. La

inhabitants in 2025 (United Nations, 2017).

According to Faure *et al.* (2014), in Cuba within the productions of various crops, corn is one of the most important. According to the statistical yearbook of Cuba (ONE, 2016) 185,922 ha of corn are sown annually, of these 7,286 ha belong to state sector and 178,636 ha to private sector. The total production obtained in this area is 427,295 t, of which 13,882 t from state sector and 413,413 t from private sector. The average yield is 2.30 t.ha⁻¹ between the two sectors, so production is insufficient and inverse to demand.

VIUSID agro[®] could be an alternative to increasing corn production without affecting the environment. In countries such as Cuba (Meléndrez *et al.* 2016) and Egypt (Atta *et al.*, 2017, Abdel-Lattif *et al.*, 2018;) satisfactory results have been reported with the use of this product. However, research is still insufficient, based on the fact that replications with different species, varieties and treatments over time are a requirement in agricultural research. Therefore, the objective of the research was to determine the effect of the foliar application of VIUSID agro[®] doses on the agroproductive behavior of the corn (*Zea mays* L.) crop.

Materials and methods

Two experiments were carried out in the Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Sopimpa, Fomento, Sancti Spiritus, Cuba. The variety of corn that was used was the

variedad de maíz que se usó fue la “Criollo” y el tipo de suelo fue Fluvisol según la Base de Referencia Mundial para los Recursos de la Tierra, siglas en inglés, (WRB, 2014). La siembra del experimento 1 fue el 20 de abril de 2016 y la cosecha 122 días después de la siembra. Las variables climáticas durante el experimento fueron registradas por la Estación Provincial de Sancti Spiritus. La temperatura media diaria fue de 25,97 °C, la humedad relativa media diaria 77,36 % y la precipitación pluvial acumulada de 56,7 mm. La fecha de siembra del experimento 2 fue el 22 de mayo de 2017 y la cosecha 123 días después de la siembra. Las variables climáticas fueron: temperatura media diaria 25,97 °C, la humedad relativa media diaria 79,0 % y la precipitación pluvial acumulada de 71,12 mm. Ambos experimentos fueron plantados a inicios de la época lluviosa que es la etapa considerada óptima para las condiciones de Cuba.

Las semillas para la siembra fueron proporcionadas por el propio productor y proveniente del año anterior. Para la selección del área, la preparación de suelo, siembra, riego y el control de plagas se siguieron las normas técnicas del cultivo del maíz (MINAG, 2017).

El diseño experimental en ambos experimentos fue bloques al azar con 4 tratamientos y tres réplicas. Las parcelas fueron de 30 m² para un área experimental de 360 m², la defensa interna por parcelas fue de 0,5 m² y el área de cálculo de 20 m². Se evaluaron 10 plantas por parcelas, 30 por tratamiento, escogidas al azar en la superficie de cálculo.

“Criollo” and the soil type was Fluvisol according to the World Reference Base for Land Resources, (WRB, 2014). The sowing of experiment 1 was on April 20, 2016 and the harvest 122 days after sowing. The climatic variables during the experiment were registered by the Estación Provincial de Sancti Spiritus. The average daily temperature was 25.97 °C, the average daily relative humidity was 77.36 % and the accumulated rainfall was 56.7 mm. The sowing date of experiment 2 was May 22, 2017 and the harvest was 123 days after sowing. The climatic variables were: Average daily temperature 25.97 °C, average daily relative humidity 79.0 % and accumulated rainfall of 71.12 mm. Both experiments were planted at the beginning of the rainy season, which is the stage considered optimal for Cuban conditions.

The seeds for sowing were provided by the producer himself and from the previous year. For the selection of the area, soil preparation, planting, irrigation and pest control, the technical standards for corn cultivation were followed (MINAG, 2017).

The experimental design in both experiments was randomized blocks with 4 treatments and three replications. The plots were 30 m² for an experimental area of 360 m², the internal defense per plot was 0.5 m² and the calculation area was 20 m². 10 plants were evaluated per plots, 30 per treatment, random chosen on the calculation surface.

The foliar application in both experiments was in the morning

La aplicación foliar en ambos experimentos fue en horas de la mañana, se usó un aspersor foliar de espalda con capacidad de 16 litros. Se realizaron tres aplicaciones a los 15, 30 y 45 días después de la germinación. Los tratamientos en ambos experimentos fueron: Un control, cero aplicaciones de VIUSID agro® y 0,1; 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹ VIUSID agro® la composición del producto se encuentra detallada según (Peña *et al.*, 2018c).

Se realizaron dos evaluaciones de las variables y se tuvo en cuenta aspectos del descriptor varietal de maíz propuesto por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Muñoz *et al.*, 2004). La primera evaluación fue a los 90 días después de la siembra. Las variables evaluadas fueron: longitud de la planta (cm), diámetro del tallo (cm), área foliar (cm²). En el momento de la cosecha se evaluó: altura de inserción de la mazorca (cm), longitud de la mazorca (cm), diámetro de la mazorca (cm), masa de la mazorca (g), número de hileras por mazorca, número de granos por mazorca, masa de los granos por mazorca (g), masa de 1000 granos (g) y rendimiento agrícola (t.ha⁻¹).

Para la longitud de la planta se usó una cinta métrica y la planta se midió desde el cuello de la raíz hasta el ápice. El diámetro del tallo se midió a los 100 cm de longitud con la ayuda de un calibre o venier. La longitud de la mazorca y la altura de inserción de la misma, se determinó con el uso de la cinta métrica. Para el área foliar se midió el largo y ancho de las hojas y se calculó con la siguiente fórmula $AF = (L \times A) \times F$ donde AF es el área foliar, L es el largo de la hoja, A es el ancho y F es el factor según el

hours, a back-mounted foliar sprinkler with a capacity of 16 liters was used. Three applications were made at 15, 30 and 45 days after germination. The treatments in both experiments were: A control, zero applications of VIUSID agro® and 0.1; 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹ VIUSID agro® the composition of the product is detailed according to Peña *et al.* (2018c).

Two evaluations of the variables were carried out and aspects of the maize varietal descriptor proposed by the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (Muñoz *et al.*, 2004) were taken into account. The first evaluation was 90 days after sowing. The variables evaluated were: plant length (cm), stem diameter (cm), leaf area (cm²). At the time of harvest, the following were evaluated: ear insertion height (cm), ear length (cm), ear diameter (cm), ear mass (g), number of rows per ear, number of grains per ear, mass of grains per ear (g), mass of 1000 grains (g) and agricultural yield (t.ha⁻¹).

For length of the plant a tape measure was used and the plant was measured from the root neck to the apex. The diameter of the stem was measured at 100 cm in length with the help of a caliper or venier. The length of the ear and its height of insertion, was determined with the use of the measuring tape. For the leaf area, the length and width of the leaves were measured and it was calculated with the following formula $AF = (L \times A) \times F$ where AF is the leaf area, L is the length of the leaf, A is the width and F is the factor according to the crop. The number of rows and kernels

cultivo. El número de hileras y de granos por mazorca fue contado manualmente. Con la balanza del tipo digital Sartorius, con una precisión de 0,01 g se determinó la masa de la mazorca y granos, el rendimiento se estimó a través del método indirecto.

Los datos se procesaron con el paquete estadístico SPSS v. 15.1.0 para el Windows (SPSS, 2006) para Windows. Para la normalidad se realizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov y la dócima de Levene para la homogeneidad. Cuando existió normalidad y homogeneidad se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y la prueba de rangos múltiples de Tukey cuando ($p < 0,05$). La prueba de Kruskal – Wallis y prueba U de Mann – Whitney se aplicó cuando no existía normalidad de los datos.

Resultados y discusión

El ANOVA reveló diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos en todas las variables evaluadas (cuadro 1). Se observó el efecto de los tratamientos en la LP a los 90 días después de la siembra (dds). El comportamiento más favorable en el experimento 1 fue alcanzado con el tratamiento 0,5 L.ha⁻¹ de VIUSID agro® el que difirió significativamente del control y del resto de los tratamientos con el producto. El incremento respecto al no tratado fue de 11,61 %. En el experimento 2 (cuadro 1) en la LP, todos los tratamientos con el VIUSID agro® difirieron significativamente del control excepto la dosis menor. Obteniéndose los mayores valores para los tratamientos 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹ con incrementos de 10,08 y 16,47 % en comparación con el control.

per ear was counted manually. With the Sartorius digital scale, with a precision of 0.01 g, the mass of the cob and grains was determined, the yield was estimated through the indirect method.

Data were processed with the statistical package SPSS v. 15.1.0 for Windows (SPSS, 2006) for Windows. For normality, the Kolmogorov - Smirnov test and the Levene test for homogeneity were performed. When normality and homogeneity existed, a simple classification analysis of variance (ANOVA) was performed and the Tukey multiple range test when $p < 0.05$. The Kruskal - Wallis test and the Mann - Whitney U test were applied when there was no normality of the data.

Results and discussion

The ANOVA revealed significant differences ($p < 0.05$) between the treatments in all the variables evaluated (table 1). The effect of the treatments on the LP can be seen at 90 days after sowing (dds). The most favorable behavior in experiment 1 was achieved with the treatment 0.5 L.ha⁻¹ of VIUSID agro®, which differed significantly from the control and from the rest of the treatments with the product. The increase compared to the untreated was 11.61 %. In experiment 2 (table 1) in the LP, all the treatments with VIUSID agro® differed significantly from the control except the lower dose. Obtaining the highest values for the treatments 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹ with increments of 10.08 and 16.47 % compared to the control.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos de VIUSID agro® en la longitud de la planta, el diámetro del tallo, el área foliar, altura de la inserción de la mazorca, en el número de hileras por mazorca, granos por hilera, granos por mazorca, masa de los granos, masa de 1000 granos y el rendimiento agrícola. Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Sopimpa, Fomento, Sancti Spiritus, Cuba.

Table 1. Effect of VIUSID agro® treatments on plant length, stem diameter, leaf area, ear insertion height, number of rows per ear, grains per row, mass of grains, mass of 1000 grains and agricultural yield. Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Sopimpa, Fomento, Sancti Spiritus, Cuba.

Tratamientos (L.ha ⁻¹)	LP (cm)	DT (cm)	AF (cm ²)	AI (cm)	NH	GM	MG (g)	M1000 (g)	R (t.ha ⁻¹)
Experimento 1									
Control	259,63±2,49 b	1,17±0,002 b	803,00±8,62 a	163,87±2,73 b	14,47±0,25 b	487,40±11,77 c	151,54±5,64 c	310,76±8,33 c	5,61±0,23 c
0,1	270,13±2,76 b	1,37±0,002 a	779,00±7,59 a	167,18±2,57 ab	14,60±0,31 b	527,20±13,85 b	171,77±5,84 b	328,52±10,35 b	6,36±0,24 b
0,3	271,60±2,57 b	1,42±0,002 a	800,00±8,34 a	170,45±3,56 a	15,60±0,35 a	594,38±14,32 a	196,65±6,36 a	331,52±8,63 b	7,28±0,27 a
0,5	289,77±1,68 a	1,40±0,002 a	842,00±8,19 a	174,23±1,73 a	16,33±0,36 a	617,80±15,70 a	210,83±6,78 a	343,19±9,86 a	7,80±0,28 a
CV(%)	5,01	7,22	11,75	9,03	12,39	16,53	22,15	15,77	22,21
Experimento 2									
Control	182,17±1,84 c	1,11±0,001 c	529,90±9,40 b	85,00±1,09 b	13,20±0,32 a	422,74±13,01 b	155,30±5,87 c	368,29±10,14 b	4,19 ±0,15 c
0,1	193,63±2,31 bc	1,56±0,002 b	576,30±8,39 ab	91,98±1,55 b	12,80±0,28 a	453,37±14,07 b	159,13±3,65 c	358,15±10,85 b	4,30 ±0,09 c
0,3	200,53±3,08 ab	1,62±0,002 a	611,75±9,01 a	100,57±1,75 a	13,27±0,31 a	512,18±15,44 a	185,00±3,54 b	367,66±10,31 b	5,00 ±0,09 b
0,5	212,20±3,11 a	1,66±0,003 a	706,75±9,22 a	99,50±4,26 a	13,40±0,27 a	537,72±12,67 a	234,60±5,41 a	441,87±12,67 a	6,33 ±0,14 a
CV (%)	9,13	16,78	17,01	15,80	11,93	18,23	22,23	17,87	22,17

Valores representados por las medias de tres réplicas ± Error estándar (E.E.). Medias con letras desiguales en la misma columna difieren para (P<0,05) según prueba de rangos múltiples de Tukey. LP: longitud de las plantas; DT: diámetro del tallo; LHD: longitud de la hoja bandera; AHB: ancho de la hoja bandera; AI: Altura de inserción de la mazorca; NH: número de hileras; GM: granos por mazorca; MG: masa de los granos; M1000: masa de mil granos; R: rendimiento agrícola.

Values represented by the means of three replications ± Standard error (S.E.). Means with unequal letters in the same column differ for P <0.05 according to Tukey's multiple range test. LP: length of the plants; DT: stem diameter; LHD: length of the flag leaf; AI: Height of ear insertion; NH: number of rows; GM: grains per ear; MG: mass of the grains; M1000: mass of thousand grains; A: agricultural yield.

Para el diámetro del tallo, en el experimento 1 cuadro 1, los comportamientos más favorables fueron de los tratamientos con VIUSID agro® que no difirieron entre ellos, pero superaron significativamente al control en 17,09; 21,37 y 19,66 %. En el experimento 2 cuadro 1 el diámetro de tallo fue significativamente superior cuando se realizaron aplicaciones foliares de VIUSID agro®. Los tratamientos de mejor comportamiento fueron las dosis 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹ de VIUSID agro® con incrementos en relación al control de 45,95 y 49,55 %, respectivamente.

En el área foliar solo se observaron diferencias estadísticas significativas en el experimento 2 para la dosis 0,5 L.ha⁻¹ de VIUSID que difirió del control y lo superó en 33,74 %. En la altura de inserción de la mazorca (AI) solamente existieron diferencias significativas en el experimento 2 en los tratamientos con dosis de 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹ de VIUSID con un incremento en relación al control de un 18,32 y 17,06 % (cuadro 1).

En el experimento 1, se observó que en el número de hileras (NH) los tratamientos de mejor comportamiento fueron las dosis 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹ de VIUSID y superaron al control en 1,13 y 1,86 hileras por mazorca lo que significó un incremento del 7,81 y 12,85 %, respectivamente.

En la variable granos por mazorca (GM) en el experimento 1 y 2 el comportamiento más favorable fue de los tratamientos con VIUSID agro® con dosis de 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹ con un incremento en relación al control de 21,94 y 26,75 %, experimento 1 y 21,16

For stem diameter, in experiment 1 table 1,, the most favorable behaviors were of the treatments with VIUSID agro® that did not differ between them, but significantly exceeded the control in 17.09; 21.37 and 19.66 %. In experiment 2, table 1, the stem diameter was significantly higher when foliar applications of VIUSID agro® were made. The treatments with the best performance were the doses 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹ of VIUSID agro® with increases in relation to the control of 45.95 and 49.55 %, respectively.

In the foliar area, only significant statistical differences were observed in experiment 2 for the dose 0.5 L. ha⁻¹ of VIUSID, which differed from the control and exceeded it by 33.74 %. In the height of insertion of the ear (AI) there were only significant differences in experiment 2 in the treatments with doses of 0.3 and 0.5 L. ha⁻¹ of VIUSID with an increase in relation to the control of 18, 32 and 17.06 % (table 1).

In experiment 1, it was observed that in the number of rows (NH) the treatments with the best performance were the doses 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹ of VIUSID and they surpassed the control in 1.13 and 1.86 rows per ear which meant an increase of 7.81 and 12.85 %, respectively.

In the variable grains per ear (GM) in experiment 1 and 2 the most favorable behavior was of the treatments with VIUSID agro® with doses of 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹ with an increase in relation to the control of 21.94 and 26.75 %, experiment 1 and

y 27,20 % experimento 2. En la masa de los granos en ambos experimentos el comportamiento fue similar hubo un incremento significativo entre los tratamientos a medida que se incrementó la dosis de VIUSID agro[®] en el experimento 1 fueron los tratamientos 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹ de VIUSID agro[®] los de comportamiento más favorable con incrementos en relación al control de 29,77 y 39,12 %. En el experimento 2 fue de la dosis 0,5 L.ha⁻¹ la que difirió del resto de los tratamientos para un incremento en la producción por planta del 51,06 % (cuadro 1).

En la masa de 1000 granos en ambos (cuadro 1) el comportamientos más favorables fue con el tratamiento 0,5 L.ha⁻¹ de VIUSID agro[®] e incrementos respecto al control de 10,44 % experimento 1 y 19,98 %, experimento 2 (cuadro 1).

En el rendimiento agrícola, en ambos experimentos los resultados más favorables se alcanzaron con las dosis 0,3 y 0,5 L.ha⁻¹ de VIUSID agro[®] para un aumento de la producción del 29,77 y 39,04 % en el experimento 1 y de 19,33 y 51,07 % en el experimento 2

En este estudio se demostró que el VIUSID agro[®] desempeña un rol importante en el crecimiento de las plantas maíz. Estos efectos favorables pudieron estar atribuido a que actúa como biorregulador natural, debido a su composición (Peña *et al.*, 2018c), que favorecen los procesos de germinación, floración, producción de frutos, metabolismo de los aminoácidos y en la síntesis de bases nitrogenadas requerida para la formación

21.16 and 27.20 % experiment 2. In the mass of the grains in both experiments the behavior was similar, there was a significant increase between the treatments as the dose was increased of VIUSID agro[®] in experiment 1 were the treatments 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹ of VIUSID agro[®] those with the most favorable behavior with increases in relation to the control of 29.77 and 39.12 %. In experiment 2, the dose of 0.5 L.ha⁻¹ was the one that differed from the rest of the treatments for an increase in production per plant of 51.06 % (table 1).

In the mass of 1000 grains in both (table 1) the most favorable behavior was with the treatment 0.5 L.ha⁻¹ of VIUSID agro[®] and increases compared to the control of 10.44 % experiment 1 and 19.98 %, experiment 2 (table 1).

In agricultural yield, in both experiments the most favorable results were achieved with the doses 0.3 and 0.5 L.ha⁻¹ of VIUSID agro[®] for an increase in production of 29.77 and 39.04 % in the experiment 1 and 19.33 and 51.07 % in experiment 2.

In this study it was shown that VIUSID agro[®] plays an important role in the growth of corn plants. These favorable effects could be attributed to the fact that it acts as a natural bioregulator, due to its composition (Peña *et al.*, 2018c), which favor germination, flowering, fruit production, amino acid metabolism and the synthesis of nitrogenous bases. required for the formation of new tissues. In addition, it is widely known that biostimulants play an important role, because they stimulate metabolic, physiological and

de nuevos tejidos. Además, es ampliamente conocido que los bioestimulantes desempeñan un papel importante, porque estimulan procesos metabólicos, fisiológicos y bioquímicos que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas (Yakhin *et al.*, 2017).

Por otra parte, con la investigación se verificaron los efectos bioestimulantes de la utilización del VIUSID agro® en las plantas de maíz. Descubrimientos recientes han demostrado que este producto favorece el incremento de algunos indicadores en plantas de maíz, con la aplicación de dosis de 0,2 L.ha⁻¹ cada 7 y 10 días (Atta *et al.*, 2017, Abdel-Lattif *et al.*, 2018), quienes incrementaron parámetros morfológicos con la aplicación de este producto. Otros autores como (Meléndrez *et al.* 2016) recomendaron el uso de VIUSID agro para el incremento del rendimiento en maíz.

Otras investigaciones han demostrado los efectos bioestimulantes de la aplicación foliar del VIUSID agro® en plantas de anturio (*Anturium andreanum* Lind) (Peña *et al.*, 2015a), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Peña *et al.*, 2015a; 2015b; 2017b), cebolla (*Allium cepa* L.); lechuga (*Lactuca sativa* L.) y la acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla) (Peña *et al.*, 2017a), rábano (*Raphanus sativus* L.) (Peña *et al.*, 2018a, 2018c) 0,5, 0.7 y 1.0 L.ha⁻¹ del promotor del crecimiento y un control. Dentro de los indicadores evaluados estuvieron la masa fresca y seca de la planta. Se evaluaron el diámetro polar y ecuatorial del tallo fresco, los índices

biochemical processes that favor plant growth and development (Yakhin *et al.*, 2017).

On the other hand, the research verified the biostimulant effects of the use of VIUSID agro® in corn plants. Recent discoveries have shown that this product favors the increase of some indicators in corn plants, with the application of doses of 0.2 L.ha⁻¹ every 7 and 10 days (Atta *et al.*, 2017, Abdel-Lattif *et al.*, 2018), who increased morphological parameters with the application of this product. Other authors such as (Meléndrez *et al.* 2016) recommended the use of VIUSID agro® to increase corn yield.

Other investigations have demonstrated the biostimulant effects of the foliar application of VIUSID agro® in anthurium plants (*Anturium andreanum* Lind) (Peña *et al.*, 2015a), beans (*Phaseolus vulgaris* L.) (Peña *et al.*, 2015a; 2015b; 2017b), onion (*Allium cepa* L.); lettuce (*Lactuca sativa* L.) and chard (*Beta vulgaris* var. Cicla) (Peña *et al.*, 2017a), radish (*Raphanus sativus* L.) (Peña *et al.*, 2018a, 2018c), beet (*Beta vulgaris* L.) (Peña *et al.*, 2017a), tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) (Peña *et al.*, 2018b) and Chinese cabbage (*Brassica rapa* subsp) (Peña *et al.*, 2019).

Conclusions

The application of the VIUSID agro® growth promoter improves the growth and development of corn plants, showing that as the dose of VIUSID agro® is increased, the agroproductive behavior of the crop improves considerably.

de crecimiento fisiológicos, eficiencia foliar y productiva y rendimiento agrícola. Los resultados mostraron incrementos significativos ($P \leq 0,05$, remolacha (*Beta vulgaris* L.) (Peña et al., 2017a), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (Peña et al., 2018b) y la col china (*Brassica rapa* subsp) (Peña et al., 2019).

Conclusiones

La aplicación del promotor del crecimiento VIUSID agro® mejora el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz, evidenciándose que a medida que se aumenta la dosis de VIUSID agro® el comportamiento agroproductivo del cultivo mejora considerablemente.

Los hallazgos de este estudio sugieren que el VIUSID agro® desempeña un rol importante en plantas de maíz en condiciones de campo y constituye una alternativa eficiente para incrementar la producción de este cultivo.

Literatura citada

- Abdel-Lattif, H.M., R. Absy and M.M. Atta. 2018. Effect of growth promoter supplement on yield and grain quality of maize (*Zea mays* L.). Egypt J. Agron. 40(2):165–180.
- Atta, M.M.M., H.M. Abdel-Lattif and R. Absy. 2017. Influence of biostimulants supplement on maize yield and agronomic traits. Biosci Res. 14(3):604–615.
- Faure, B., R. Benítez, E. Rodríguez, O. Grande, M. Torres y P. Pérez. 2014. Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. Primera edición. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 56 p.
- Meléndrez, J. F., K. Peña, y M. Cristo. 2016. Efecto de tres dosis de VIUSID agro en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en el municipio de Taguasco. Infociencia 20(3):1–12.
- MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2017. Instructivo técnico para la producción de maíz. Primera edición. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. 56 p.
- Muñoz, G., Giraldo, G., Fernández, S., 2004. Descriptores varietales arroz, frijol, maíz, Segunda edición. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Palmira, Colombia. 225 p.
- ONE. 2016. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Producción agrícola por cultivos seleccionados. Edición 2017; 32p.
- Peña, K., D. Olivera, A. Calero, J.C., Rodríguez, B. Kukurtcu, Y.M., Placencia and A. Castro. 2019. Productive response of *Brassica rapa* L. subsp. chinensis to application of VIUSID Agro. J. Agric. Sci. Technol. B. 9:103–109.
- Peña, K., J.C. Rodríguez, N. León, C.D. Valle y M. Cristo. 2018a. Efecto de un promotor del crecimiento en características morfofisiológicas y productivas del rábano (*Raphanus sativus* L.). Av. Investig. Agropecu. 22(1):29–45.
- Peña, K., J.C. Rodríguez, D. Olivera, A. Calero, R. Dorta, J.F. Meléndrez, Y. Fernando and B. Kukurtcu. 2018b. Effect of the growth promoter VIUSID agro on the morphophysiological and productive performance of tobacco growth (*Nicotiana tabacum* L.). J. Agric. Sci. Technol. B. 8:157–167.

End of English Version

- Peña, K., J.C., Rodríguez, D. Olivera, A. Calero Hurtado, J.F. Meléndrez y R. García. 2018c. VIUSID Agro® dose effect on the morpho-physiological and productive behavior of radish (*Raphanus sativus* L.). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 35(3):293–317.
- Peña, K., J.C. Rodríguez, D. Olivera, J.F. Meléndrez, L. Rodríguez, R. Valdéz y L. Rodríguez. 2017a. Effects of growth promoter on different vegetable crops. Int. J. Dev. Res. 7(2):11737–11743.
- Peña, K., J.C. Rodríguez, M. Santana, D. Olivera, C. D. Valle y R. Dorta. 2017b. Effects of a growth promoter on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crops. Acta Agron. 66(3):360–366.
- Peña, K., J.C. Rodríguez y J.F. Meléndrez. 2016. El VIUSID agro una alternativa en el incremento de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Rev. Caribeña Cienc. Soc. 2016: 1–6. Disponible en <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/05/viusid.html> Fecha de consulta enero de 2017.
- Peña, K., J.C. Rodríguez y J.F. Meléndrez. 2015a. Efecto de la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente en el cultivo de *Anthurium andreaeanum* Lind. Rev. Granma Cienc. 19(2):1–12.
- Peña, K., J.C. Rodríguez y M. Santana. 2015b. Comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. Avances. 17(4):327–337.
- SPSS Statistical Software. 2006. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 15.0.1. Chicago, USA: SPSS Inc.
- United Nations. 2017. World Population Prospects 2017. Probabilistic Projections. Population Division. United Nations. New York. Disponible en <https://population.un.org/wpp/Download/Probabilistic/Population/>. Fecha de consulta: marzo 2018.
- WRB, Iuss working group. World reference base for soil resources. 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- Yakhin, O.I., A.A. Lubyaynov, I.A. Yakhin and P.H. Brown. 2017. Biostimulants in plant science: A global perspective. Front. Plant Sci. 7:2049.