




TITULO: Efecto de los Microorganismos Eficientes®, sobre el rendimiento agrícola del cultivo del arroz con riego.

TITLE: The microorganisms eficientes's® effect on the agricultural performance of the cultivation of the rice with irrigation.

AUTORES

Rolando Saborit Reyes.  <https://orcid.org/0000-0002-1803-9275>¹, Master en Ciencias Agrícolas; Ingeniero Agrónomo; Investigador Auxiliar; Profesor Asistente. e mail: investigadorep@etig.ssp.minag.cu. Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro”, El Jíbaro, Sancti Spíritus, Cuba.

Pedro Meneses Dartayet.  <https://orcid.org/0000-0002-8277-7272>² Master en Ciencias Agrícolas; Ingeniero Agrónomo; Investigador Auxiliar; Profesor Asistente. e mail: director@etig.ssp.minag.cu. Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro”, El Jíbaro, Sancti Spíritus, Cuba.

Alberto Cañizares Sierra.  <https://orcid.org/0000-0003-4711-522x>³ Técnico Medio en Agronomía. e-mail: albertocañizaressierra@gmail.com. Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro”, Sancti Spíritus, Cuba.

RESUMEN

La actividad arrocera cubana se enfrenta a grandes desafíos, los mismos que hacen imprescindible la necesidad de lograr mejoras en el rendimiento sin un incremento excesivo de los costos de producción, por lo que se hace necesario buscar variantes que permitan lograr sostenibilidad del cultivo, destacándose la utilización del bioestimulante microorganismos eficientes® (ME – 50). El trabajo se realizó en la Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro”, con el objetivo de determinar el efecto de los microorganismos eficientes® (ME – 50) combinado con los bioestimulantes y la fertilización mineral en suelo Gley vértico, sobre el rendimiento del arroz. En el experimento, se realizaron ocho tratamientos, incluyendo testigos absoluto y de referencia, con cuatro repeticiones, utilizando el cultivar, IACuba – 41, con dosis de 120 Kg.ha⁻¹ de semilla. Las respuestas más acentuadas se obtuvieron al aplicar el bioestimulante ME, en tres momentos del desarrollo vegetativo del cultivo del arroz combinado con bioestimulante (Biobrás y Fitomás) y fertilización mineral, NPK (tratamientos 7 y 8), con rendimiento de 7,6 y 7.3, t.ha⁻¹ respectivamente, siendo el 8 el mejor superando al resto, incluido el

testigo de referencia, donde se aplicó el 100 % de NPK solamente, el cual obtuvo 3,8 t.ha⁻¹.

Palabras Claves: ARROZ; BIOESTIMULANTE; FERTILIZANTE Y MICROORGANISMO EFICIENTE.

ABSTRACT

The activity rice grower Cuban faces big defiances, the same ones that they make essential to achieve need you improve in the performance without an excessive increment of the costs of production, for the one that that they permit makes itself essential to be coming in for variants achieving the cultivation's sostenibilidad, standing out the bioestimulante's utilization efficient microorganisms. The work was carried out at grain research station south of the Jíbaro, with determining the efficient microorganisms's effect objetico. in the experiment, eight treatments came true, including witnesses absolute and referential, with four repetitions, utilizing the growing, IACuba - 41, with dose of 120 Kg.ha⁻¹ of seed. they obtained the more answers put the diacritical accent on to the to apply the bioestimulante ME, in three moments of the vegetative development of the cultivation of the rice with bioestimulante combined (Biobrás and Fitomás) and mineral fertilization, NPK (treatments 7 and 8), with performance of 7,6 and 7.3, t.ha⁻¹ respectively, being the 8 the best surpassing to the rest, once the referential witness was included, where the 100 was applied. only, which obtained 3,8 t.ha⁻¹.

Key words: BIOESTIMULANTE; FERTILIZER; MICROORGANISMOS EFICIENTES Y RICE.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes para la sostenibilidad de los sistemas agroecológicos de producción es el equilibrio de la fertilidad del suelo. En la actualidad la productividad media nacional de arroz está estancada en menos de 50 % de su potencial productivo. No hay un factor limitante, sino un conjunto de factores acumulados que reducen el rendimiento. Todos los factores de la producción deben ser considerados para aspirar a producciones sostenibles y dentro de ellos la fertilización es un factor clave para incrementar el rendimiento agrícola. (Saborit *et al.* 2023).

La actividad arrocera cubana se enfrenta a grandes desafíos, los mismos que hacen imprescindible la necesidad de lograr mejoras en el rendimiento, sin un

incremento excesivo de los costos de producción, lo que precisa de la investigación, la búsqueda de prácticas fitotécnicas innovadoras que permitan mayor eficiencia productiva entre las que se han considerado los bioproductos, bioestimulantes y reguladores del crecimiento vegetal. (Meneses, *et al*, 2022).

La inoculación con bioproductos como los microorganismos eficientes® (ME) al ecosistema constituido por el suelo y las plantas puede mejorar la calidad y la salud de los suelos, así como el crecimiento del rendimiento y calidad de los cultivos.

Actualmente en la agricultura se trabaja en la búsqueda de productos que permitan favorecer el crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como aumentar su rendimiento, como es el caso del arroz (*Oryza sativa* L.). Los bioproductos, como los ME, son productos que hoy contribuyen a solucionar las estrategias de nutrición para los cultivos, cuyo impacto positivo se extiende al control de plagas y mejora de suelos. (Saborit *et al.* 2024).

Desde un punto de vista agrícola, el ME, estimula la germinación de la semilla, floración, crecimiento y el desarrollo de los frutos y permite una reproducción más exitosa en las plantas. Además, se ha demostrado que mejora la estructura física de los suelos, aumenta su fertilidad química y suprimen varios agentes patógenos de las plantas que causan enfermedades en numerosos cultivos. Desde el punto de vista fisiológico, se ha demostrado que los, (ME), aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos, así como la absorción de agua y nutrientes; todos estos aspectos explican el aumento del rendimiento agrícola.

El incremento de la producción de arroz en el país es una necesidad cada vez más vital para la economía cubana, por lo que se hace imprescindible buscar variantes que permitan mitigar la brecha existente para acercarse a los potenciales de rendimientos de las variedades que se encuentran en producción, destacándose la utilización de bioestimulantes, como los microorganismos eficientes®. (Saborit *et al.* 2024).

El presente trabajo tiene como objetivo, lograr la utilización de nuevas formas de fertilización aplicando los micoorganismos eficientes con los bioestimulantes Biobrás- 16 y Fitomas E, con portadores minerales NPK, para obtener una mayor eficiencia de estos últimos, así como disminuir los problemas fisiológicos de la planta de arroz y lograr estrategias de fertilización que permitan obtener rendimiento sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en las áreas experimentales de la Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur del Jíbaro” cuyas coordenadas geográficas están ubicada en Municipio La Sierpe, a los 21° 4’ 3’’ de latitud norte; 79° 11’ 6’’ longitud oeste, a 30, 175 metros sobre el nivel del mar (Academia de Ciencias de Cuba 1976), en suelos Gley Vértico Típico, (Hernández *et al*, 2015), mayoritario de nuestras arroceras. El presente estudio, se realizó durante la campaña seca. Utilizando el cultivar de arroz de ciclo medio IACuba – 41, (Selección I).

La fertilización se realizó combinando los microorganismos eficientes®, con los bioestimulantes (Biobrás – 16 a razón de 50 ml. ha⁻¹ y Fitomás - E a razón de 2.0 l.ha⁻¹), aplicados en tres momentos del desarrollo vegetativo del cultivo del arroz y la fertilización mineral, NPK al 50 y 100 %, según Instructivo técnico, (Alfonso *et al.*, 2020).

Tabla 1: Caracterización química del suelo (Gley Vértigo).

I KCL	H H ₂ O	½ O ₅	κ ₂ O	M.O	Zn	Ca	Mg	Na	K	S	VT
3.20	7.04	3.71	6.89	3.22	.59	7.93	3.59	.91	.66	3.09	4.20

(Fuente: Ciclo agroquímico ETIG)

La Fertilización del ME 50 se realizó basándose en el empleo de la concentración equivalente 50 ml.ha⁻¹ de suspensión).

Fraccionamiento y Momentos de Aplicación

1^{ra} aplicación en inicio de ahijamiento. (15 – 20, días después de germinado (ddg)

2^{da} aplicación en ahijamiento Activo. (30 35 ddg).

3^{ra} aplicación en iniciación de la panícula (formación de espiguilla) (65 – 70 ddg).

Aplicación de Fitomas – E y Biobrás – 16. (Bioestimulantes)

Fraccionamiento y Momentos de Aplicación

1^{ra} aplicación en ahijamiento activo. (30 - 35 ddg)

2^{da} aplicación en iniciación de la panícula (formación de espiguilla) (65 – 70 ddg).

La fertilización mineral, dosis de (NPK), se realizó, según Instructivo Técnico. (Alfonso *et al*, 2020) a razón de:

N=100 Kg.ha⁻¹ P₂ O₅= 90 Kg.ha⁻¹ k₂ O=90 Kg.ha⁻¹.

El Potasio se fraccionó, el 70 % de fondo y el 30 % con la última Urea.

Tratamientos:

- 1-Testigo Absoluto.
- 2- Testigo Referencia, (NPK según Inst. técnico)
- 3- ME 50 a 12 l.ha⁻¹ + 100 % NPK.
- 4- ME 50 a 12 l.ha⁻¹ + Fitomas - E a 2 l.ha⁻¹ + 50 % NPK.
- 5- ME 50 a 12 l.ha⁻¹ + Biobrás – 16 a 50 ml. ha⁻¹ + 100 % NPK.
- 6- ME 50 a 12 l.ha⁻¹ + Fitomas - E a 2 l.ha⁻¹ + Biobrás – 16 a 50 ml. ha⁻¹ + 50 % NPK.
- 7- ME 50 a 12 l.ha⁻¹ + Fitomas - E a 2 l.ha⁻¹ + 100 % NPK
- 8- ME 50 a 12 l.ha⁻¹ + Fitomas - E a 2 l.ha⁻¹ + Biobrás – 16 a 50 ml. ha⁻¹ + 100 % NPK.

Evaluaciones Realizadas:

- ❖ Rendimiento Agrícola en t.ha⁻¹
- ❖ Peso Masa Seca t.ha⁻¹
- ❖ Componentes del rendimiento.

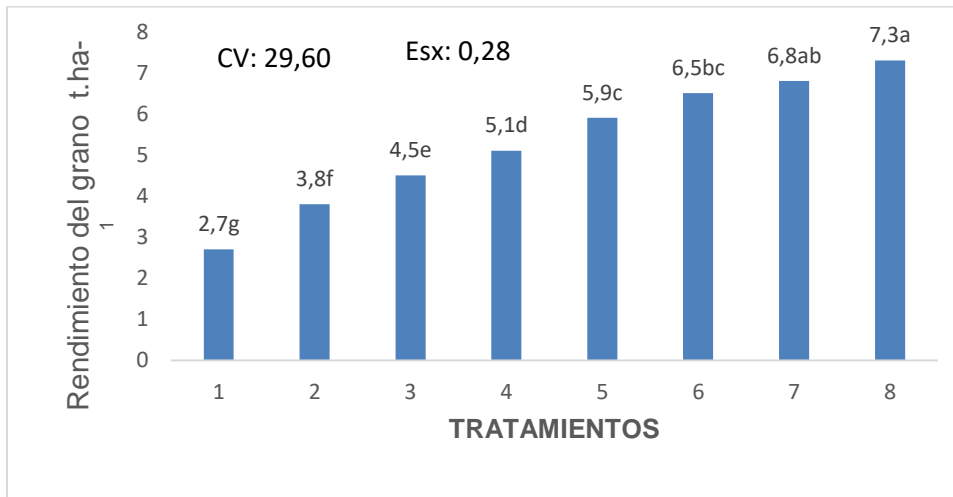
Se utilizó el diseño de bloque al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados se procesaron con el programa Statgraphics Plus versión 5.0 para determinar las diferencias significativas entre las medias con el ANOVA de clasificación simple y el Test de Rangos Múltiples de Duncan al 95 % de significación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Comportamiento del Rendimiento Agrícola del Arroz.

Al analizar el comportamiento de las aplicaciones de los microorganismos eficientes®, combinado con bioestimulantes y NPK, se observa que hubo una respuesta positiva a favor de las aplicaciones del bioproducto ME sobre el rendimiento agrícola con valores superiores al tratamiento, donde se aplicó NPK solamente (testigo de referencia), alcanzando los mejores resultados en los tratamiento, 7 y 8, con rendimiento agrícola de 6.8, y 7.3 t.ha⁻¹ respectivamente, sin diferencia significativa entre ellos, destacándose el 8 el cual supero a todos los demás, lo que demostró la efectividad de las aplicaciones del bioproducto, en la mejora del desarrollo vegetativo de la planta de arroz, favoreciendo que la misma alcanzara una nutrición equilibrada, mejor asimilación de nutrientes por el elevado índice de aprovechamiento y rápida absorción, potenciando la extracción de

nutrientes del suelo y una mejor utilización de los aplicados, comportamiento similar a lo obtenido por Saborit *et al*, (2024), cuando estudio el efecto del cbfert® en el cultivo del arroz, donde se apreció que un suministro adecuado de los nutrientes hacia la planta depende del estado del nutriente en el suelo y de la capacidad del sistema radicular para tomarlo. (Gráfico.1)



(a – g) Letras desiguales difieren estadísticamente según decima para $p < 0.05$.

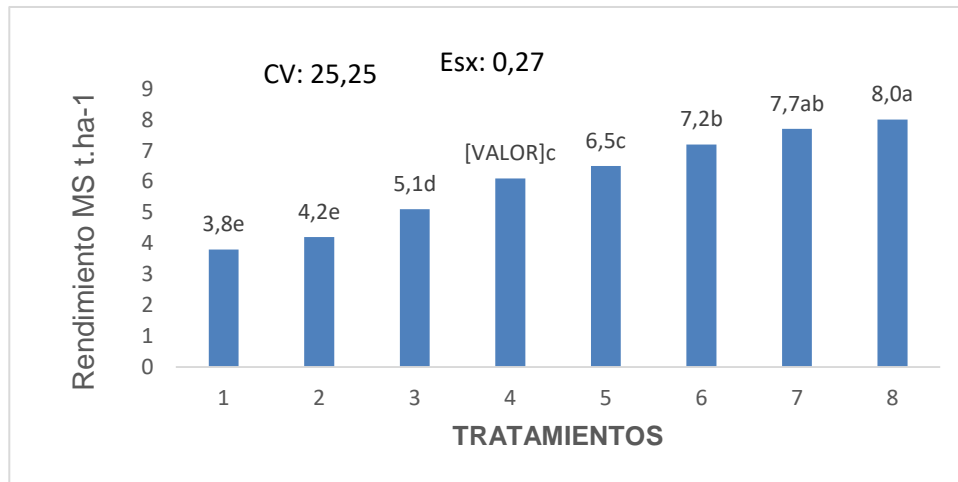
Gráfico 1. Efecto de los Microorganismos Eficientes®, sobre el rendimiento agrícola en el cultivo de arroz

Por otra parte, se ha señalado en otras publicaciones que los brasinoesteroides estimulan la actividad fotosintética expresada por una aceleración en la fijación del CO_2 , incrementando la biosíntesis de proteínas y el contenido de azúcares reductores, lo que tiene una incidencia en el rendimiento alcanzado en los diferentes cultivos. Asimismo, la influencia de estos en la translocación de asimilatos en plantas de arroz. En los trabajos realizados por Saborit *et al*, (2023) demostraron resultados similares a los obtenidos en este trabajo, con aplicaciones de Quitomax® combinado con NPK, sobre el rendimiento agrícola del cultivo del maíz.

2. Comportamiento del rendimiento de Masa Seca. $t.ha^{-1}$

En el gráfico 2, se muestra el comportamiento de las aplicaciones del bioproducto microorganismos eficientes®, sobre la producción de masa seca, observando que las aplicaciones del producto combinado con Bioestimulantes y la fertilización mineral contribuyeron al incremento de la misma en el cultivo, observándose una respuesta positiva a las aplicaciones del bioproducto ME, siempre que se aplicó este, tanto cuando se combina con NPK, así como las combinaciones con los bioestimulantes más NPK, muestran resultados superiores significativamente en

relación al testigo absoluto, al cual no se le añadió ningún nutriente y el testigo de referencia donde se aplicó NPK solamente, en todos los casos estudiados.



(a – e) Letras desiguales difieren estadísticamente según decima para $p < 0.05$.

Gráfico 2. Efecto de los Microorganismos Eficientes®, sobre la producción de masa seca en el cultivo de arroz.

En la evaluación realizada se pudo constatar la acción estimulante de los microorganismos eficientes®, sobre el incremento de masa seca, observando que los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento 7, (ME 50 a 12 $l.ha^{-1}$ + Fitomas - E a 2 $l.ha^{-1}$ + 100 % NPK) y 8, (ME 50 a 12 $l.ha^{-1}$ + Fitomas - E a 2 $l.ha^{-1}$ + Biobrás – 16 a 50 $m.l. ha^{-1}$ + 100 % NPK.), con valores de 7.7 y 8.0 $t.ha^{-1}$, sin diferencia significativa entre ellos, siendo el 8 el mejor que superó a todos los demás, estos resultados están relacionado con los alcanzados por Hernández, (2023), cuando estudió el efecto del bioproducto Nerea Plus - U® en el cultivo del frijol. (Gráfico 2).

3. Análisis de los componentes del rendimiento agrícola.

En sentido general en la tabla 2, se observa, en los cinco componentes evaluados, (altura de plantas en cosecha, tallos fértiles / m^2 , long de panícula, granos llenos / panículas y masa de 100 granos), una respuesta estadísticamente significativa a la aplicación del bioproducto regulador del crecimiento microorganismos eficientes®, con relación al testigo de referencia, excepto en el caso longitud de la panícula que solo fue superado por el tratamiento ocho. En el análisis particular del componente altura de plantas que se evaluó en el momento de cosecha, mostró un incremento en la misma, cuando se combinó el ME con NPK, así como con Bioestimulantes y

la fertilización mineral, superando significativamente al testigo de referencia (NPK, solamente), lo que demuestra la efectividad del bioproducto en este parámetro.

Tabla 2. Componentes del Rendimiento Agrícola.

Trat.	Altura de Plantas en Cosecha. cm	Tallos Fértiles/ m ²	Long de Panícula. cm	Granos llenos / Panículas	Peso 100 g
1	78,1e	167d	20,4c	98e	25,6d
2	81,6e	258c	25,9b	154d	27,7c
3	97,2d	270c	26,0b	170c	29,0ab
4	98,8cd	362b	25,8b	165cd	29,3ab
5	101,6bcd	393a	26,2b	174c	28,7b
6	106,4abc	407a	26,9ab	189c	29,4ab
7	109,8ab	402a	26,5b	205a	29,3ab
8	111,0a	410a	27,9a	216a	29,6a
	σ= 2,24	σ= 15,47	σ= 0,40	σ= 6,28	σ= 0,23
	(%)=12,95	(%)=26,24	(%)=8,85	(%)=20,75	(%)= 4,73

(Fuente: elaboración personal)

Al analizar los demás parámetros evaluados, aunque alcanzaron valores superiores en todos los casos en que se aplicó microorganismos eficientes®, combinado con bioestimulantes y NPK, se debe señalar que los tallos fértiles. m² y long de panícula, no mostraron significación respecto al testigo (NPK), pero sí en relación al testigo absoluto. También es de destacar que el tratamiento, donde se aplicó microorganismos eficientes®, mostró resultados positivos, superando significativamente al testigo absoluto (cero aplicación), demostrando que las aplicaciones de bioproductos contribuyen a mejorar la actividad fisiológica de las plantas, con una repercusión directa en el rendimiento, cuyos resultados están relacionados con lo alcanzado por Méndez y Meneses, 2023, cuando evaluó las aplicaciones de Nerea Plus – U®, combinado con bioproductos) sobre el incremento del rendimiento del cultivo del frijol. (Tabla 2).

El efecto de la inoculación combinada de ME con bioestimulante y NPK, sobre los granos llenos / panículas, muestran que los tratamientos siete y ocho, mostraron los mayores valores (205 y 216) respectivamente, los que difieren significativamente del

resto de los tratamientos, lo que se corrobora con, Investigaciones realizadas que reportan que los microorganismos eficientes, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatos y antioxidantes, cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumenta el contenido de humus, todo lo cual favorece el crecimiento de la planta. Al respecto algunos autores afirman que los ME degradan proteínas complejas y carbohidratos, además de producir sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y la actividad de otras especies de ME, así como de plantas superiores. (Tabla 2)

CONCLUSIONES

De forma general la aplicación de microorganismos eficientes® a 12 l.ha^{-1} , combinadas con Bioestimulante y la fertilización mineral, en tres momentos del desarrollo vegetativo de la planta, mejoran los componentes del rendimiento y por ende las producciones en el cultivo del arroz.

Las respuestas más acentuadas se alcanzaron en los, 7, (ME 50 a 12 l.ha^{-1} + Fitomas - E a 2 l.ha^{-1} + 100 % NPK) y 8, (ME 50 a 12 l.ha^{-1} + Fitomas - E a 2 l.ha^{-1} + Biobrás – 16 a 50 ml. ha^{-1} + 100 % NPK.), con valores de 7.8 y $7,3 \text{ t.ha}^{-1}$, sin diferencia significativa entre ellos, siendo el 8 el mejor que supero a todos los demás, demostrando que la combinación de los bioproductos aplicados en diferentes momentos del desarrollo vegetativo del cultivo del arroz y la fertilización mineral, NPK al 100 % contribuyo a incrementar el rendimiento agrícola del cultivo.

Los resultados alcanzados demuestran que las aplicaciones del bioproducto microorganismos eficientes®, combinados con bioestimulantes y NPK en el cultivo del arroz, puede ser una alternativa para lograr producciones sostenibles del cereal

CONTRIBUCIONES DEL AUTOR

a) Rolando Saborit Reyes

Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Supervisión, Validación, Redacción - revisión y edición.

b) Pedro Meneses Dartayet

Investigación, Metodología, Visualización, Redacción borrador original, Redacción -
revisión y edición

c) Alberto Cañizares Sierra

Investigación, Metodología, Visualización, Redacción borrador original, Redacción -
revisión y edición

BIBLIOGRAFÍA

Academia de Ciencias de Cuba (1976). Atlas de Cuba. La Habana. A-C.C. 216P.

Alfonso R, L. E. Rivero, E. Suárez, J. M Grillo, A. Riverón, M. Cabañas, T. A. Gonzales, L. Alemán, A. A. Hernández, Y. Contreras, N. H. Son, N.T. Son, N. X. Dung y T.T. Van. 2020. **Instructivos Técnicos del Cultivo del Arroz**. Instituto de Investigaciones de Granos. Artemisa. Cuba. 65 – 85 pp.

Hernández A. (2023). Evaluación de la incidencia del fertilizante Nerea plus- U, en la producción del frijol. Vol, 27 No. 3, Septiembre – Diciembre, 2023. **Revista Electrónica INFOCIENCIA**. ISSN 1029 – 5186. Pág. 12 – 22. Dirección electrónica. www.infocienciass.cu.

Hernández A, J. M. Pérez, D. Boch, L. Rivero, e Camacho, J. Ruiz, E. Jaimez, R. Marson, R. Orellana, J. Paneque, A. Mesa, E. Fuentes, J L. Duran, J. Pena, J. Cid, D. Ponce, M. Hernández, E. Frómeta, L. Fernández, N. Garcés, M. Morales, E. Suárez, E. Martínez y J. M. Ruiz. 2015. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Inst. Suelos, **AGRINFOR**, Ciudad Habana: *versión impresa* ISSN 0258-5936 *versión On-line* ISSN 1819-4087 vol.40 no.1.

Méndez W, y P. Meneses. (2023). Evaluación del efecto de tres bioproductos sobre daños del Megalurothrips usitatus en el cultivo del frijol. Vol, 27 No. 2, Mayo – Agosto, 2023. **Revista Electrónica INFOCIENCIA**. ISSN 1029 – 5186 53 – 63 pp. Dirección electrónica www.infocienciass.cu.

Meneses P. A. Saborit, R, Cañizares. (2022). Evaluación de dosis del bioproducto regulador del crecimiento, ENERPLANT en el cultivo de arroz en aniego.. **Revista Cubana del Arroz**. Volumen: 24 No: 2, Año: 2022. ISSN: 1607 – 6273, RNPS – No: 1879. 12 – 16 pp.

Saborit, R, P. Meneses, A. Cañizares. (2023). Efecto del Quitomax® combinado con NPK, sobre los rendimientos agrícolas del cultivo del maíz. Vol, 27 No. 3, Septiembre – Diciembre, 2023. **Revista Electrónica INFOCIENCIA**. ISSN 1029 – 5186. 62 – 72 pp. Dirección electrónica www.infocienciass.cu.

Saborit, R, P. Meneses, A. Cañizares. (2024). Efecto del cbfert®, sobre el rendimiento agrícola del cultivo del arroz, época seca. **Revista Cubana del Arroz**. Volumen: 25 No: 2, Año: 2024. ISSN: 1607 – 6273, RNPS – No: 1879

Saborit, R, P. Meneses, A. Cañizares. (2024). Efecto del bioestimulante cbfert®, sobre el rendimiento agrícola del cultivo del arroz, época húmeda. Vol, 28

No. 2, Mayo – Agosto, 2024. **Revista Electrónica INFOCIENCIA**. ISSN 1029 – 5186. 41 – 53 pp. Dirección electrónica www.infocienciass.cu.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses

Recibido: 28 de febrero del 2024

Aprobado: 8 de mayo del 2024