



Aplicación foliar del biofertilizante CBFert® en dos sistemas de producción de arroz con bajo insumo de fertilizante

Application of the biofertilizer CBFert® in two rice production systems with low fertilizer input

^{ID}Michel Ruiz Sánchez^{1*}, ^{ID}Guillermo S. Díaz López¹, ^{ID}Yaumara Muñoz Hernández²,
^{ID}Roselys Rodríguez Pérez¹, ^{ID}Alexander Miranda Caballero¹,
^{ID}Calixto Domínguez Vento³, ^{ID}Alberto Rolando Gil Olavarrieta⁴

¹Unidad Científico Tecnológica de Base «Los Palacios», Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, carretera a Tapaste, km 3 ½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Gaveta postal 1. CP 32 700.

²Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saiz Montes de Oca». Calle Martí final, # 270 esq. a 27 de noviembre, Pinar del Río, Cuba.

³Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Carretera a Fontanar, km 2 ½, Rto. Abel Santamaría, Boyeros, Cuba.

⁴Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas. Vía Blanca s/n entre Infanta y Palatino, Cerro, Ciudad de La Habana, Cuba.

RESUMEN: El arroz constituye un alimento esencial en la dieta del cubano. Es por ello que, lograr su producción con productos (bioproductos) amigables con el medio ambiente es un reto. La investigación tuvo como objetivo de evaluar el efecto de la aplicación del biofertilizante CBFert® en dos sistemas de producción de arroz con bajo insumo de fertilizante. Se estableció el experimento en condiciones de campo en dos sistemas de cultivo, uno por siembra directa y otro por trasplante mecanizado siguiendo un esquema por separado en un Diseño Experimental Factorial en Bloques al Azar, factor 1: dosis (1,44, 2,16 y 2,88 L ha⁻¹) factor 2: frecuencia de aplicación (7, 14 y 21 días), con testigo único. Se cultivó el arroz (cv. INCA LP-5) y se evaluó el rendimiento agrícola del mismo al 14 % de humedad del grano. La aplicación foliar de CBFert® con el 20 % de fertilización mineral de fondo mostró rendimientos inferiores al testigo fertilizado con el 100 % de la fertilización. En ambos métodos de siembras, la aplicación foliar de CBFert® a 2,88 L ha⁻¹ cada 7 días mostró rendimientos superiores. A partir de estos resultados, se sugiere la aplicación del biofertilizante CBFert® como una alternativa complementaria nutricional en el cultivo del arroz, con intervalo en su aplicación de 21 días.

Palabras clave: Abono, bioestimulantes, *Oryza sativa*, pulverización foliar, rendimiento.

ABSTRACT: Rice is an essential food in the Cuban diet. Therefore, achieving its production with environmentally friendly products (bioproducts) is a challenge. The objective of the research was to evaluate the effect of the application of the biofertilizer CBFert® in two rice production systems with low fertilizer input. The experiment was established under field conditions in two cropping systems, one by direct seeding and the other by mechanized transplanting following a separate scheme in a Randomized Block Factorial Experimental Design, factor 1: dose (1.44, 2.16 and 2.88 L ha⁻¹) factor 2: frequency of application (7, 14 and 21 days), with a single control. Rice (cv. INCA LP-5) was grown and agricultural yield was evaluated at 14 % grain moisture. Foliar application of CBFert® with 20 % background mineral fertilization showed lower yields than the control fertilized with 100 % fertilization. In both seeding methods, foliar application of CBFert® at 2.88 L ha⁻¹ every 7 days showed higher yields. Based on these results, the application of CBFert® biofertilizer is suggested as a complementary nutritional alternative in rice cultivation, with an application interval of 21 days.

Key words: Fertilizer, biostimulants, *Oryza sativa*, foliar spray, yield.

*Autor para correspondencia. mich762016@gmail.com

Recibido: 30/04/2024

Aceptado: 17/10/2024

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Michel Ruiz Sánchez: Generó la investigación, montó experimentos, procesó datos y elaboró artículo. Guillermo S. Díaz López: Montó experimento y contribuyó en el análisis de los resultados. Yaumara Muñoz Hernández: Contribuyó en el análisis de los resultados. Roselys Rodríguez Pérez: Contribuyó en el análisis de los resultados. Alexander Miranda Caballero: Contribuyó en el análisis de los resultados. Calixto Domínguez Vento: Contribuyó en el análisis de los resultados. Alberto Rolando Gil Olavarrieta: Aportó el biofertilizante y contribuyó en el análisis de los resultados.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L) forma parte indispensable de la dieta alimenticia del cubano, su per cápita supera los 60 kg y su producción se realiza a lo largo y ancho de la isla. El último pronóstico de la FAO sobre la producción mundial de cereales en 2022, tuvo una reducción de 1,7 millones de t desde septiembre. En la actualidad se prevé para el arroz una producción en el orden de 512,8 millones de t (arroz elaborado). Esto es, un 2,4 % menos que el máximo histórico de 2021, pero aun así una cosecha superior a la media (1). Según estimaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para la próxima década, se proyecta que la producción mundial de arroz alcanzará los 582 Mt en 2029, o sea un incremento en un 15 % y que Asia contribuirá con la mayor parte de este incremento, con 61 Mt adicionales (2). Para lograr tales propósitos se necesita recursos naturales (agua y suelo), además de productos fertilizantes.

En Cuba existen dos sistemas de producción en el cultivo del arroz; la siembra directa del grano y el establecimiento de semilleros para el trasplante (3). Ambos sistemas consumen fertilizantes minerales edáficos en menor o mayor cuantía. Sin embargo, en los últimos años existe una tendencia al uso de los bioproductos y los fertilizantes foliares para sustituir el edáfico o bien como complemento. El no cumplimiento de las normativas tecnológicas para este cultivo, así como la baja disponibilidad de insumos (fertilizantes y plaguicidas) están entre las causas que han incidido negativamente en la disminución de rendimientos en este cultivo.

El Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas, del Grupo Empresarial de la Industria Química, en La Habana, desarrolló el fertilizante líquido ecológico CBFert®, con el objetivo de disminuir el empleo de productos químicos en la agricultura mediante la incorporación de una cyanobacteria de producción nacional (4). Este biofertilizante tiene un efecto ambiental favorable basado en la disminución de la pérdida de nutrientes en su aplicación al suelo, al provocar una mayor asimilación de los mismos de manera inmediata. La producción de este producto en el año 2020 subió de 10 000 L a más de 100 000 L, según el informe de resultados de Cuba para las Naciones Unidas (5).

Entre las estrategias para la producción de arroz en Ciego de Ávila, se aplica Laibono, Codafol y Bayfolán, a partir de la falta de Urea y otros fertilizantes de tipo edáficos (6). Según la Agencia Cubana de Noticias (7), agricultores de las Tunas emplean el CBFert® como abono foliar, que aporta nutrientes asimilables por absorción directa, estimula el crecimiento vegetal y aumenta la resistencia de las plantas a condiciones adversas. Sin embargo, no existe un panorama claro del uso del CBFert® en el cultivo del arroz. Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación del biofertilizante CBFert® en dos sistemas de producción de arroz con bajo insumo de fertilizante.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Unidad Científico Tecnológica de Base "Los Palacios" (UCTB "Los Palacios"), Cuba, a 22°34'32.73" N y 83°14'11.95" O, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en los meses de enero a junio de 2021 en condiciones de campo.

Se utilizó el cv. INCA LP-5 de arroz, de tipo índica, semienano, de ciclo corto, excelente rendimiento agrícola e industrial y mejor tolerancia a enfermedades en condiciones de campo. El suelo se clasificó como Gleysol Nodular Ferruginoso petroférico (8), y se caracterizó por un pH ligeramente ácido (6,11); contenido de materia orgánica (MO) bajo (2,52); bases intercambiables con contenidos típicos para este tipo de suelo y considerados bajos y fósforo asimilable (P) bajo (10,28 mg kg⁻¹) (9).

Previo a la siembra se realizó la clasificación de la semilla por el método de densidad, que consistió en sumergir las semillas de arroz en agua de riego y se eliminó toda la semilla que flotó (3). Primeramente, se realizó la siembra directa (120 kg ha⁻¹ de semilla) y se inició la siembra del semillero tecnificado, con la finalidad de hacer coincidir el trasplante mecanizado con igual ciclo en campo que la siembra directa.

Antes del último pase de fangueo y alisamiento en la preparación de suelo en cada parcela, se realizó una fertilización de fondo en toda el área experimental, con el 20 % de la dosis total de Urea, el 100 % de la dosis total de superfosfato triple y el 30 % del cloruro de potasio. Después de la emergencia del arroz se realizó un conteo de población y se logró una población entre 150 y 200 plantas por m², como recomienda las normas técnicas para el cultivo del arroz (3). En el caso específico del trasplante, se reguló la máquina trasplantadora para la entrega de dos y tres plantas por sitio, a un marco de plantación de 0,30 m entre surcos x 0,12 m entre plantas. Las aplicaciones de CBFert® se iniciaron a los 7 días después de la germinación y del trasplante.

En el periodo de enero a julio de 2021 la temperatura media fue de 25,6 °C, la humedad relativa de 79,6 % y las precipitaciones acumuladas en los últimos tres meses fue como promedio de 746,7 mm, según los datos proporcionados por la Estación Meteorológica "Paso Real de San Diego", # 317, en Los Palacios, la cual está situada a 5 km de área de investigación (Figura 1).

El experimento consistió en la aplicación foliar del CBFert® en el cultivo del arroz (cv. INCA LP-5), que se probaron en dos sistemas de cultivo, uno que se sembró por siembra directa y la otra por trasplante mecanizado, con previo semillero tecnificado (3). La aplicación foliar del CBFert® se comparó con un tratamiento testigo con el 100 % de la fertilización NPK. Ambos sistemas con una superficie de 3 200 m² y subdivididos en bloques (subparcelas de 288 m² con pasillos intermedios de 0,5 m), donde se establecieron los tratamientos, siguiendo un esquema Factorial en Bloques al Azar (3x3+1), factor 1: dosis (1,44, 2,16 y 2,88 L ha⁻¹) factor 2: frecuencia de aplicación (7, 14 y 21 días), con testigo único (Tabla 1).

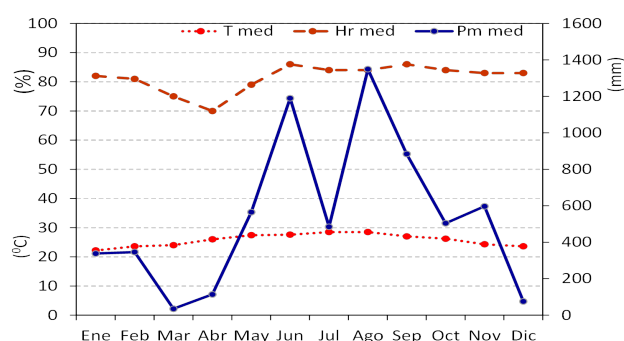


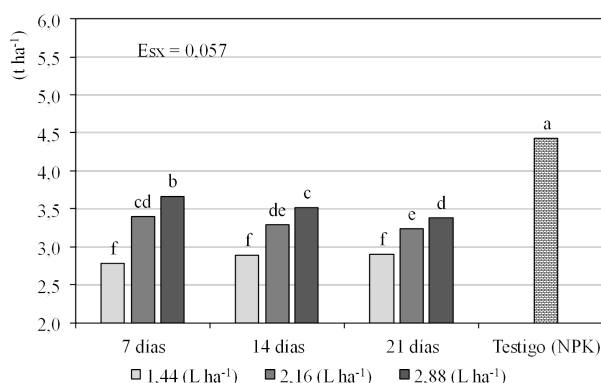
Figura 1. Comportamiento de variables meteorológicas imperantes durante el periodo de investigación, año 2021. Estación Meteorológica "Paso Real de San Diego", # 317, en Los Palacios

Evaluaciones realizadas y procesamiento de datos

A los 133 días después de la siembra y 113 días del trasplante se realizó la cosecha del arroz (20 % de humedad del grano) por tratamiento. Se recolectaron cuatro muestras de 9 m² por parcelas, las cuales se secaron al sol y se pesaron cuando el porcentaje de humedad contenía el 14 % (10). Los datos obtenidos se analizaron para su mejor comprensión por sistemas de cultivo. Se realizó Análisis de Varianza Factorial para los factores dosis de CBFert® e intervalo de aplicación y cuando existió diferencia significativa, las medias se compararon según la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$), para lo cual se utilizó el Programa SPSS sobre Windows, versión 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento del cv. INCA LP-5 en el sistema de siembra directa mostró un comportamiento diferencial en función de la aplicación del CBFert® y la dosis de aplicación. El tratamiento testigo fue significativamente superior a los demás tratamientos evaluados (Figura 2). Sin embargo, hubo interacción significativa ($p < 0,05$) entre los factores dosis e intervalo. Importante señalar que en los tratamientos con



Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p \leq 0,05$) según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan

Figura 2. Rendimiento agrícola del arroz cv. INCA LP-5, cultivado por siembra directa, con la aplicación de diferentes dosis y momentos del biofertilizante CBFert®

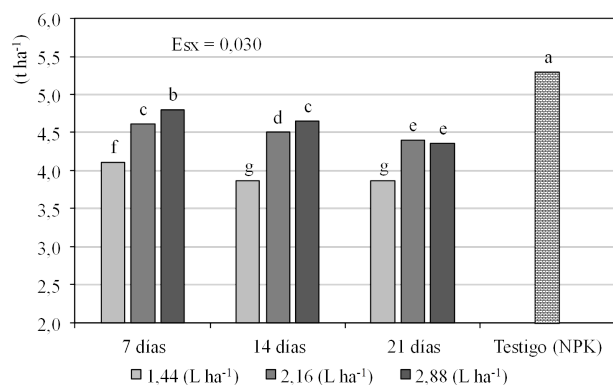
biofertilizante el rendimiento agrícola fue superior en el tratamiento de 2,88 L ha⁻¹ cada 7 días (T3) comparado con los demás tratamientos combinados (Figura 2).

Al analizar las aplicaciones de CBFert® con un intervalo de 7 días en el arroz por siembra directa se observó los mayores valores de rendimiento agrícola, cuando se aplicó la dosis máxima (2,88 L ha⁻¹) en cada aplicación. Con un intervalo de 14 y 21 días se encontró un comportamiento similar. Importante señalar que los menores valores de rendimiento se obtuvieron con la menor dosis del biofertilizante CBFert®.

En el sistema de producción por trasplante la aplicación del CBFert® con un intervalo de 7 días (Figura 3), mostró un comportamiento similar al observado en el sistema de producción de arroz por siembra directa para cada momento. Sin embargo, con intervalos de 21 días se observó que no hubo diferencias cuando se aplicaron la dosis media (2,16 L ha⁻¹) y superior (2,88 L ha⁻¹) de CBFert®. Estos resultados sugieren como el elemento esencial la dosis de aplicación del CBFert®, representados por los momentos de aplicación.

Tabla 1. Tratamientos, total de aplicaciones y dosis total

Tratamientos			No. Aplic.
No.	Dosis	Frecuencia	
T1	1,44 L ha ⁻¹	cada 7 días después	12
T2	2,16 L ha ⁻¹		12
T3	2,88 L ha ⁻¹		12
T4	1,44 L ha ⁻¹	cada 14 días después	6
T5	2,16 L ha ⁻¹		6
T6	2,88 L ha ⁻¹		6
T7	1,44 L ha ⁻¹	cada 21 días después	4
T8	2,16 L ha ⁻¹		4
T9	2,88 L ha ⁻¹		4
Testigo	Dosis (300 kg Urea, 100 kg de Superfosfato triple y 100 Kg Cloruro de Potasio) ha ⁻¹		



Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p \leq 0,05$) según Prueba de Rangos Múltiples de Duncan

Figura 3. Rendimiento agrícola del arroz cv. INCA LP-5, cultivado por trasplante, con la aplicación de diferentes dosis y momentos del biofertilizante CBFert®

Importante destacar que, el CBFert® contribuye con los suministros de nutrientes asimilables que se absorben de forma directa la planta. Aporta simultáneamente aminoácidos, vitaminas y minerales que optimizan los procesos metabólicos, actuando como un estimulante del crecimiento vegetal (3). En ambos sistemas de producción se encontró que los rendimientos agrícolas no superan al testigo indistintamente de la dosis o el momento de aplicar del CBFert®. Este resultado indicó que las cantidades del biofertilizante no sustituyen las cantidades de portadores nutricionales (Fertilizantes minerales) Urea (N_2), Superfosfato triple (P_2O_5) y Cloruro de Potasio (KCl) que se aplicaron al cultivo, según recomendaciones de sus normas técnicas (3). No obstante, los rendimientos agrícolas con la excepción del testigo estuvieron en el orden de la media de producción nacional de los últimos cinco años para el sistema de producción por siembra directa (11). En el caso del arroz por trasplante los valores fueron congruentes a los obtenidos por esta tecnología en el tratamiento testigo, cuando evaluaron diferentes manejos de agua (12).

Estos resultados agronómicos en cuanto al rendimiento agrícola pueden ser explicados a partir de composición química del CBFert® y su aporte al aplicarlo en el cultivo. Es conocido que, los macroelementos nutritivos como el fósforo y el nitrógeno participan directamente en el desarrollo vegetativo y en la formación de los frutos y, por tanto, en el rendimiento agrícola. De los microelementos que se encuentran en el biofertilizante en mayor concentración el Fe, Mg y el Zn intervienen en la formación de la clorofila y en la morfología de las plantas, por otro lado, el Mn es esencial para la fotosíntesis formando parte de enzimas responsables de la síntesis de proteínas (13). Esencialmente según el fabricante los aportes de NPK son: Nitrógeno (N): 11 % v/v. Fósforo P_2O_5 : 8 % v/v. Potasio K_2O : 6 % v/v (3).

Este biofertilizante contribuye con el incremento del rendimiento entre un 35 y un 65 % en diferentes cultivos

(5). Sin embargo, en el cultivo del arroz, la respuesta de las plantas es diferente, debido a las características propias del cultivo, el cual es exigente a altas dosis de fertilizante, así como a su fraccionamiento. En el sistema de siembra directa para logar altos rendimientos hay que garantizar mínimo 150 plantas por metro cuadrado y en el sistema de producción por trasplante se obtiene igual o mayor producción con 25 a 30 plantas por metro cuadrado (3). Por lo tanto, puede que exista una mayor eficiencia en la absorción de fertilizantes en el sistema por trasplante que en la siembra directa, además de una menor competencia entre las plantas para la adquisición de minerales. En la producción de arroz por cualquier método de siembra que se realice ocurre la lixiviación o lavado de los fertilizantes, debido a la presencia de la lámina de agua y al drenaje de la misma (14).

Al respecto se ha informado que los fertilizantes foliares son más caros por unidad de nutriente en comparación con cantidades equivalentes de fertilizantes aplicados al suelo, ya que los nutrientes de aplicación foliar proporcionan una respuesta de calidad, especificidad y rapidez, que no puede ser equivalente a la que se obtiene con aplicaciones al suelo (15). Similares resultados obtuvieron otros autores al afirmar que, la aplicación foliar es una forma más eficiente y eficaz de proporcionar nutrición a la planta (16). Esto implica que la eficiencia del fertilizante foliar a veces puede ser interpretado en términos de su beneficio a los procesos locales o totales en la planta y en relación con la movilidad de los nutrientes, que, entre otros factores, pueden verse afectadas por la especie vegetal, variedades u órganos de la planta (15;17;18). La respuesta que se encontró con la aplicación de CBFert® en el cultivo del arroz, así como la frecuencia de aplicación, pueden que condicionen un estado nutricional de la planta sin deficiencia, elemento este que se debe investigar a profundidad.

Por otra parte, el número de aplicaciones que se realizan con un intervalo de 7 días y 14 días es insostenible en la producción especialidad de arroz. Por regla general en este cultivo se realizan además de la aplicación de herbicidas cuatro tiramientos fitosanitarios en función de la aparición de plagas y dos de estos se realizan de forma obligatoria en la protección de la panícula (3). Aun cuando los resultados apunten a la aplicación con un intervalo de 7 días, tiene la negativa tecnológica en su aplicación. También los volúmenes totales aplicar del CBFert® en el ciclo del cultivo lo hacen insostenible.

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de CBFert® con el 20 % de fertilización mineral de fondo mostró rendimientos inferiores al testigo fertilizado con el 100 % de la fertilización. En ambos métodos de siembras, la aplicación foliar de CBFert® a 2,88 L ha⁻¹ cada 7 días mostró rendimientos superiores. Los resultados de este estudio sugieren la aplicación del biofertilizante CBFert® como una alternativa complementaria nutricional en el cultivo del arroz, con intervalo en su aplicación de 21 día, teniendo en cuenta la tecnología de producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. FAO. Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales. [Internet]. 2022. [cited 23/12/2022]. Available from: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
2. OECD/FAO. Perspectivas Agrícolas 2020-2029. [Internet]. 2020 [cited 22/09/2021]. OECD Publishing: Paris. Available from: https://www.oecdilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-perspectivas-agricolas-20202029_a0848ac0-es
3. MINAG. Instructivo Técnico del Arroz. La Habana, 2020. 142 p. ISBN: 978-959-285-065-1.
4. DICA. Desarrollan fertilizante líquido ecológico. Dirección de Innovación y Calidad. El salvador. [Internet]. 2016. [cited 23/12/2022]. Dirección de Innovación y Calidad. El salvador. Available from: <http://dica.minec.gob.sv/inventa/noticias/10287-inicio-ciencia-desarrollan-en-cuba-fertilizante-liquido-ecologico.html>
5. ONU. Reporte de resultados 2020, Cuba a las Naciones Unidas. [Internet]. 2020. [cited 23/12/2022]. Available from: <https://cuba.un.org/sites/default/files/2021-04/Reporte%20de%20Resultados%2C%20VERSI%C3%93N%20FINAL.pdf>
6. Sosa-Barceló, S. Biofertilizantes y abonos orgánicos tendrán que dejar de ser alternativas y convertirse en norma en Ciego de Ávila. Periódico el Invasor, julio 2020. [Internet]. 2020. [cited 27/12/2022]. Available from: <http://www.invasor.cu/es/opinion/agricultura-en-ciego-de-avila-dar-y-recibir>
7. Gómez-Amaró, Y. Beneficiados campesinos de Cienfuegos con medidas para producción agrícola. Agencia Cubana de Noticias (ACN), 10 Septiembre 2021. [Internet]. 2021. [cited 27/12/2022]. Available from: <http://www.acn.cu/economia/84544-beneficiados-campesinos-de-cienfuegos-con-medidas-para-produccion-agricola>
8. Hernández, J. A., Pérez, J. J. M.; Bosch, I. D y Castro, S. N. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba, 2015. 93. ISBN: 978-959-7023-77-7. <http://ediciones.inca.edu.cu/> y <http://www.inca.edu.cu>
9. Pozo, C., Cabrera, J.R., Márquez, E., Hernández, O., Ruiz-Sánchez, M. y Domínguez, D. Características y clasificación de suelos Gley nodular ferruginoso bajo cultivo intensivo de arroz en Los Palacios. Cultivos Tropicales, [Internet]. 2017 [cited 27/12/2022]; 38(4):58-64. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000400011
10. Ruiz-Sánchez, M., Echeverría-Hernández, A., Muñoz-Hernández, T., Martínez-Robaina, A.Y., Rodríguez-Pérez, R., Cruz-Triana, A., Encalada-Córdova M. Aplicación de dos cepas de *Trichoderma asperellum* S. como estimulante de crecimiento en el cultivo del arroz. Cultivos Tropicales, [Internet]. 2022 [cited 27/12/2022]; 43(1):e10. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522019000200004
11. ONEI. Anuario Estadístico de Cuba 2022. CAPÍTULO 9: Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. [Internet]. 2018. [cited 27/12/2022]. Available from: <https://www.onei.gob.cu/anuario-estadistico-de-cuba-2022>
12. Rivera R, Felix F, Martinez L, Cañizares P, Yakelín R, Ortega E, et al. 2020. Manejo, integración y beneficios del biofertilizante micorrízico EcoMic® en la producción agrícola. Available from: https://www.researchgate.net/publication/340223155_Manejo_integracion_y_beneficios_del_biofertilizante_micorrizico_EcoMicR_en_la_produccion_agricola
13. Ruiz-Sánchez, Muñoz, Y., Dell'Amico, J.M. y Polón P. Irrigation water management in rice crop (*Oryza sativa* L.) by transplant, it's effect on the agricultural and industrial performance. Cultivos Tropicales. [Internet]. 2016 [cited 27/12/2022]; 37(3):178-186. Available from: https://www.researchgate.net/publication/305904109_Irrigation_water_management_in_rice_crop_Oryza_sativa_L_by_transplant_it%27s_effect_on_the_agricultural_and_industrial_performance?channel=doi&linkId=57a4d9d108aefe6167b05aa0&showFulltext=true
14. González-Hurtado, M. Quintana-Amador, I. y Rodríguez-Acosta C. Comparación química entre dos fertilizantes ecológicos de origen natural: CBFert® y BIOPLASMA. Revista CENIC Ciencias Químicas, [Internet]. 2002 [cited 23/12/2022]. 33(1):11-13. Available from: <https://revista.cnic.edu.cu/index.php/RevQuim/article/download/1534/1202/3029>
15. Hu Y, Bellaloui N, Kuang Y. Editorial: Factors affecting the efficacy of foliar fertilizers and the uptake of atmospheric aerosols, volume II. Front Plant Sci. 2023 Feb 10;14:1146853. <https://doi-org/10.3389/fpls.2023.1146853>
16. Fernández, V., Sotiropoulos T., and P. Brown. Fertilización Foliar: Principios Científicos y Práctica de Campo. Primera edición, versión revisada, IFA, Paris, Francia, Copyright 2015 IFA. ISBN 979-10-92366-03-7. [Internet]. 2022. [cited 27/12/2022]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/283908842_Fertilizacion_Foliar_Principios_Cientificos_y_Practicas_de_Campo
17. Hong, J., Wang, C., Wagner, DC., Gardea-Torresdey, J.L., He, F., Rico, CM. Foliar application of nanoparticles: Mechanisms of absorption, transfer, and multiple impacts. Environmental Science: Nano. [Internet]. 2021. [cited 27/12/2022]. Available from: <https://pubs.rsc.org/en/content/getauthorversionpdf/d0en01129k>
18. INTAGRI. La Absorción de Nutrientes en Fertilización Foliar. [Internet]. 2022. [cited 27/12/2022]. Available from: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-absorcion-de-nutrientes-a-traves-de-la-fertilizacion-foliar>