



02

Efecto de los microorganismos eficientes sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz (*Oryza Sativa L.*) en Aguada de Pasajeros

Effect of the efficient microorganisms on the growth, development and yield of the rice (*Oryza Sativa L.*) in Aguada de Pasajeros

Ing. Mileidys Moya Gil¹

E-mail: seguro.a@cfg.intermar.cu

Dra. C. Rafaela Soto Ortiz¹

E-mail: rsoto@ucf.edu.cu

MSc. Freddys Ramírez González¹

E-mail: seguro.a@cfg.intermar.cu

¹Universidad de Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Moya Gil, M., Soto Ortiz, R., & Ramírez González, F. (2017). Efecto de los microorganismos eficientes sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz (*Oryza sativa L.*) en Aguada de Pasajeros. *Revista científica Agroecosistemas*, 5 (1), 17-22.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en condiciones de producción, con el sistema de "arroz popular", en la Finca "Batalla" del productor Onel Hernández Núñez de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) "Conrado Benítez" del municipio de Aguada de Pasajeros, provincia de Cienfuegos, en el período lluvioso del 2015, con el objetivo de evaluar el efecto de los microorganismos eficientes sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros. Se montó un experimento con dos tratamientos y tres réplicas alternándolos en el espacio hasta conformar un diseño de Konstantinov, que tiene una distribución sistemática y permite efectuar el riego de aniego por gravedad de forma independiente entre las unidades experimentales y evita el arrastre de los microorganismos hacia las parcelas testigos. Las variantes experimentales fueron: Paquete tecnológico (testigo) y Paquete tecnológico + ME-50. Las aspersiones de ME-50 incrementan la altura de las plantas, el número de hijos totales y fértiles por plantón, así como reducen el ciclo de tres a cuatro días hasta el cambio de primordio. La aplicación de ME-50 aumenta el rendimiento en 2.53 t.ha⁻¹. El incremento de los ingresos por el aumento del rendimiento debido a la aplicación ME-50 eleva el índice de rentabilidad.

Palabras clave:

Tecnología ME, fases fenológicas, morfología, rendimientos, efecto económico.

ABSTRACT

The investigation was developed in conditions of production, with the system of "popular rice", in the Property "Batalla" of the Onel producer Hernández Núñez of the Strengthened Cooperative of Credits and Services (CCSF) "Conrado Benítez" of the down municipality of Aguada de Pasajeros, province of Cienfuegos, in the rainy period of the 2015, with the objective to evaluate the effect of the efficient microorganisms on the growth, development and yield of the rice in the Aguada de Pasajeros. An experiment with two treatments and three retorts was mounted alternating them in the space until conforming a design of Konstantinov. That it has a systematic distribution and it allows to carry out the irrigation by gravity of independent form between the experimental units and avoids the drag the microorganisms towards the parcels witnesses. The experimental variants were: Technological package (witness) and technological Package + ME-50. The ME-50 aspersions increase: the height of the plants, the total and fertile number of tiller, as well as reduce the cycle of three to four days until the bud change. The application of ME-50 increases the yield in 2.53 t.ha⁻¹ The increase of the income by the increase of the yield due to application ME-50 elevates the profitability index.

Keywords:

Technology ME, phenologic phases, variable phases, morphology, yields, economic effect.

INTRODUCCIÓN

El incremento gradual de la población mundial ha conducido a la intensificación de sistemas agrícolas. Sin embargo el empleo de los agroquímicos en el logro de este necesario aumento de la productividad ha sido primordial, donde las consecuencias de este tipo de agricultura son el deterioro ambiental y sistemas insostenibles (Condor, et al., 2007).

En la actualidad se busca cambiar este tipo de agricultura a una forma más sostenible donde un elemento importante para mantener la estabilidad sustentable de la productividad de los sistemas agrícolas es la diversidad biológica del suelo, en el que los microorganismos juegan un papel importante con la descomposición y la fermentación de la materia orgánica; que genera sustancias útiles para las plantas como: aminoácidos, alcoholes, ácidos orgánicos, sustancias antioxidantes, producidos por el metabolismo de los estos (Fujita, 2015).

La tecnología de los microorganismos eficientes (EM) puede ser una herramienta valiosa en este sentido, que puede ayudar a desarrollar sistemas de producción que sean económica, ambiental y socialmente sostenibles; pues mejora la calidad del suelo, el crecimiento y la productividad de los cultivos. La misma permite un manejo ecológico y sostenible de la producción agrícola, de restauración ambiental, con el que se logran productos de alta calidad (Higa & Parr, 2010). El principio de la actividad de los microorganismos eficientes es aumentar la biodiversidad de la microflora que a su vez incrementa el rendimiento agrícola. Las bacterias fotosintéticas son la espina dorsal de este principio, donde su acción de conjunto con otros microorganismos proporciona el sustento alimenticio a la planta y disminuye la acción de las enfermedades sobre las cosechas (Condor, et al., 2007).

En el municipio Aguada de Pasajeros el rendimiento arrocero aún es bajo y la productividad de los sistemas agrícolas está basada en el empleo en mayor medida de agroquímicos, donde el uso de la tecnología EM aún es limitado y se considera que el desconocimiento de sus efectos sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo en el sistema de “arroz popular” podría ser la causa de esta problemática. La presente investigación se propuso evaluar el efecto de los microorganismos eficientes sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en condiciones de producción con el sistema de “arroz popular” en el agroecosistema arrocero: Finca “Batalla” del productor

Onel Hernández Núñez de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) “Conrado Benítez”, ubicada en el municipio de Aguada de Pasajeros, provincia de Cienfuegos, sobre suelo oscuro plástico, en el período lluvioso del 2015.

El semillero se estableció con la desinfección de las simientes con Celest Top FS 312 a 300 ml. Kg⁻¹ de semilla sin pre germinación. Se usaron semillas certificadas de la variedad Perla de Cuba, obtenidas en la Empresa Provincial de Semillas de Cienfuegos. Las posturas se extrajeron a los 28 días de la germinación. El suelo se preparó por la tecnología seco fangueo y se ejecutaron las labores según las instrucciones del Instructivo Técnico (República de Cuba. Instituto de Investigaciones del Arroz, 2010). El trasplante se efectuó el 11 de julio del 2015, en el período lluvioso, con una densidad de plantación de 20 plantas.m²⁻¹.

Se montó un experimento con dos tratamientos y tres réplicas alternándolos en el espacio hasta conformar un diseño de Konstantinov, que tiene una distribución sistemática y permite efectuar el riego de aniego por gravedad de forma independiente entre las unidades experimentales y evita el arrastre de los microorganismos hacia las parcelas testigos. Las variantes experimentales fueron: Paquete tecnológico (testigo) y Paquete tecnológico + ME-50.

Las aspersiones de ME-50 se efectuaron al suelo y foliares, a la dosis de 10 l.ha⁻¹, se aplicaron en tres momentos: a los 15 días del trasplante, en ahijamiento activo a los 40 días y en punto de algodón a los 80 días. Las aplicaciones químicas del paquete tecnológico se realizaron siguiendo las orientaciones del Instructivo técnico para el cultivo del arroz (IIA, 2010), donde se incluye la administración de los portadores de nutrientes: urea (180 kg.ha⁻¹), superfosfato triple (150 kg.ha⁻¹) y cloruro de potasio (100 kg.ha⁻¹). El nitrógeno y el potasio se fraccionaron: 50% a los 15 días de trasplante junto con el 100% del fósforo y 50% en el punto de algodón.

Las parcelas experimentales se conformaron dentro de las terrazas con una superficie total de 100 m², con un área útil de 75 m². El muestreo se efectuó en diagonal con el objetivo de realizar las evaluaciones. Las variables morfológicas y los componentes del rendimiento se evaluaron en 20 plantones en cuatro puntos en diagonal (cinco en cada punto) en cada parcela para un total de 60 repeticiones por tratamiento. Se determinó el rendimiento agrícola mediante la cosecha de cinco muestras de 4 m² por parcela experimental para un total de 60. Se expresó en Kg por parcela. Se tuvo en cuenta para ello la metodología propuesta por Alfonso (2013), donde para el cálculo del rendimiento en t.ha⁻¹ sigue la ecuación:

A partir de lo cual se llevó a kg por parcela con el uso de la regla de tres.

Para la determinación de la efectividad económica por el empleo de ME-50 en la variedad de arroz en estudio se calculó, mediante la fórmula:

$$\text{Ganancia (G)} = \text{Ingresos} - \text{Costos}$$

Dónde: Ingresos = Rendimiento (t.ha⁻¹) x Precio tonelada arroz cáscara 14% humedad y los Costos = Gastos de producción.

Para el análisis estadístico se aplicó comparaciones de media con prueba de t- Students en muestras independientes. Las variables: Número de hijos por plantón, Número de hijos

fértiles por plantón, Panículas por m², Granos llenos; Granos vanos y Granos totales por panículas; que no cumplieron con el supuesto de normalidad fueron transformadas mediante \sqrt{x} . Para los cálculos se empleó el paquete estadístico SPSS 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la investigación se obtuvo (Tabla 1) que ME-50 incrementa significativamente la altura de las plantas en 13.16 cm, el número de hijos en 1.15 y de los hijos fértiles en 4.39 por planta.

Tabla 1. Efecto del paquete tecnológico más ME-50 sobre las variables morfológicas.

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Número de hijos por planta		Hijos fértiles por plantón	
		$\sqrt{x}\sqrt{x^*}$		$\sqrt{x}\sqrt{x^*}$	
Paquete tecnológico (Testigo)	79,92*	4,39*	19,3	3,76*	14,11
Paquete tecnológico + ME-50	93,08*	4,52*	20,45	4,3*	18,5

*Existe diferencia significativa para p≤0,05

Los resultados corroboran lo planteado por Moya (2012) que refiere que los ME producen efectos benéficos tales como que estimula la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas; aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos; así como asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas. Las plantas de arroz tratadas con ME registran los mejores resultados en relación a las variables morfológicas y el rendimiento (Milián et al., 2014).

En la investigación se obtuvo que la aplicación de ME-50 (Tabla 2) produce una reducción significativa de la duración del ciclo hasta el cambio de primordio en 1.4 días, de 1.5 días hasta el inicio de la paniculación y de 3.65 días en el ciclo total. Las fases desde el inicio de la paniculación hasta la maduración permanecieron estables.

Tabla 2. Efecto del paquete tecnológico más ME-50 sobre la duración de las fases fenológicas.

Tratamiento	Cambio de Primordio	Días hasta el			Ciclo Total
		Inicio de la Paniculación	50% de Paniculación	Maduración	
Paquete tecnológico (Testigo)	58,2*	18,95*	5,15 ns	36,4 ns	118,7*
Paquete tecnológico + ME-50	56,8*	17,45*	4,9 ns	35,9 ns	115,05*

*Existe diferencia significativa para p≤0,05; NS no existe diferencia significativa para p≤0,05

La aplicación del EM acelera los procesos fisiológicos como la germinación, el crecimiento, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas acortando de esta manera el ciclo del cultivo (Moya, 2012). Resultados similares obtuvieron Polo & Alfonso (2011), en condiciones de estrés hídrico, quien, además, percibió que el período que contribuye con el mayor peso a la variabilidad total

para los indicadores fisiológicos es hasta el cambio de primordio y hasta la paniculación.

El efecto del paquete tecnológico más ME-50 sobre el rendimiento y sus componentes (Tabla 3) muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Los mejores valores se alcanzaron con la aspersión de los microorganismos eficientes. Donde

se observa un incremento significativo ($P \leq 0.05$) de las panículas por m^2 (48.2 panículas), de los granos llenos por panícula (65.8 granos), de los granos

totales por panícula (61.66 granos) y del rendimiento (2.53 $t \cdot ha^{-1}$).

Tabla 3. Efecto del paquete tecnológico más ME-50 sobre el rendimiento y sus componentes.

Tratamiento	Panículas por m^2		Granos llenos por panícula		Granos vanos por panículas		Granos totales por panículas		Peso1000 granos (g)	Rendimiento (Kg por Parcela)	Rendimiento Equivalente ($t \cdot ha^{-1}$)
	\sqrt{x} *	\bar{x}	\sqrt{x} *	\bar{x}	\sqrt{x} *	\bar{x}	\sqrt{x} *	\bar{x}			
	Paquete tecnológico (Testigo)	16,64*	276,9	9,15*	83,7	6,23*	38,9	13,56*	183,9	30,75*	35,8*
Paquete tecnológico + ME-50	18,03*	325,1	12,23*	150	5,48*	30	15,51*	240,5	31,16*	54,76*	7,30*

*Existe diferencia significativa para $p \leq 0,05$

Resultados similares reportan Milián, et al. (2014), donde las aspersiones con ME mostraron los mejores resultados en las variables morfológicas y de rendimiento de la variedad de arroz Prosequisa 4.

Cuando los Microorganismos Eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

Los diferentes tipos de microorganismos en el EM, toman sustancias generadas por otros organismos

$$Y = -46.699 + 0,882X_1 + 0,560X_2 - 0,149X_3 \quad R^2 = 0.979$$

Variables predictoras: (Constante), Granos Llenos X_1 , Panículas por m^2 , X_2 , Granos totales X_3 .

Tanto los granos llenos por panículas como el número de panículas por m^2 son componentes del rendimiento, pues se correlaciona alta y significativamente entre sí (Polo, et al., 2013). Sin embargo en el cultivo del arroz la disminución en algunos de los componentes se compensa, en parte, con pequeños incrementos en los valores de otros (Alfonso, 2013) y que en la medida que sea mayor el peso de 1000 granos en una variedad, menor será la cantidad de granos llenos por panícula (Aleman, 2011); además, un efecto detrimental en los caracteres de la panícula en cuanto a granos llenos puede ser compensado con un mayor número de panículas por m^2 (Maqueira, et al., 2015).

En la investigación se obtuvo que las áreas tratadas con ME-50 (Tabla 5) además de incrementar el rendimiento en 36.03 kg. Parcela-1 exhiben una reducción de los gastos por tratamiento de 37.16 pesos, así como un incremento de los ingresos de 340.11 pesos, donde el índice de rentabilidad aumentó en 2.07 pesos.

basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas que influyen positivamente sobre el rendimiento del cultivo (Moya, 2012).

Se logró obtener un modelo (Tabla 4) que explica más del 98% de las variaciones del rendimiento, donde las variables que determinan a este son: Granos Llenos, Panículas por m^2 y Granos totales.

Tabla 4. Modelo de regresión lineal en el agro ecosistema Batalla con la aplicación del paquete tecnológico más ME-50.

Tabla 5. Valoración económica de las aplicaciones de ME-50 en el arroz del agro ecosistema Batalla.

Tratamientos	Rendimiento (kg. Parcela-1)	Costo por tratamiento (pesos)	Ingresos por tratamientos (pesos)	Índice de rentabilidad (pesos)
Testigo	23.41	89,15	221	2,48
ME-50	59.44	123,31	561,11	4,55

Resultados similares obtuvieron Milián, et al. (2014), en la variedad Prosequisa 4 quienes reportan una utilidad de 2392,78 CUP con la aplicación de ME-50.

El uso de agroquímicos además de ser de alto costo en la mayoría de los países, hacen que el suelo pierda diversidad de flora y fauna y que se destruya su materia orgánica, mientras que el EM mejora la biota del suelo, las propiedades físicas de éste, disminuyendo los costos de la producción, aumentando la cantidad de cosechas y por lo tanto aumentado los ingresos del agricultor (Moya, 2012).

Los beneficios de la aplicación de ME podría indicar la posibilidad de sustitución del fertilizante, que según varios autores puede representar más de un 20 % menos de la cantidad que se aplica según la norma técnica de los cultivos, lo cual unido al bajo costo de la obtención de ME, se revierte en utilidades para el productor agrícola (Flores & Villanueva, 2014).

CONCLUSIONES

- Las aspersiones de ME-50 incrementan la altura de las plantas, el número de hijos totales y fértiles por plánton, así como reducen el ciclo de tres a cuatro días hasta el cambio de primordio.
- La aplicación de ME-50 incrementa el rendimiento en 2.53 t.ha-1.
- El incremento de los ingresos por el aumento del rendimiento debido a la aplicación ME-50 eleva el índice de rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alemán, L. (2011). Situación Actual y Perspectivas del Movimiento del Arroz Popular en Cuba. La Habana: Instituto de Investigación del Arroz.

Alfonso, R. (2013). Resultados de los ensayos de secano. Informe a la XV Reunión Nacional de Instructivos Técnicos de Arroz. La Habana.

Flores, Y., López, F., & Villanueva, J. (2012). Efecto de los microorganismos eficaces (EM) y *Trichoderma* sp sobre la incidencia de *Fusarium* y *Sclerotium rolfsii* en una siembra experimental de pimentón. Recuperado de <http://www.sertox.com.Ar/retel/default.htm>

Fujita, M. (2015). Comparison of soil (Oribatida; Acari) between conventional and nature (Tillage and no-tillage practice) farming crop fields in Japan. International Nature Farming Research Center. Agricultural Experiment Station. Hato-machi, Nagano 390-(40).

Higa, T., & Parr, J. F (2010) Microorganismos beneficiosos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. Beltsville: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Maqueira, L. A., Miranda, A., & Torres, W. (2015) Crecimiento y rendimiento de dos variedades de arroz de ciclo corto en época poco lluviosa. Rev. Cultivos Tropicales, 30(3). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000300003

Milián Martí, P. R., et al. (2014). Efecto de microorganismos eficientes (ME-50) sobre la morfología y el rendimiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en Aguada de Pasajeros. *Revista científica Agroecosistemas*, 2(2), 327-336. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

Moya, J. (2012). Cómo hacer microorganismos eficientes. Recuperado el mayo de 2016, de Ministerio de agricultura y ganadería dirección regional central occidental. Recuperado de <http://fundases.com/p/solbac.html>

Polo, M., & Alfonso, R. (2013). El arroz: un cereal imprescindible. Recuperado de <http://www.sld.cu/saludvida/temas.php?idv=4366>

República de Cuba. Instituto de Investigaciones del Arroz (2010). Técnicos para el Cultivo del Arroz, 112. La Habana: IIA.