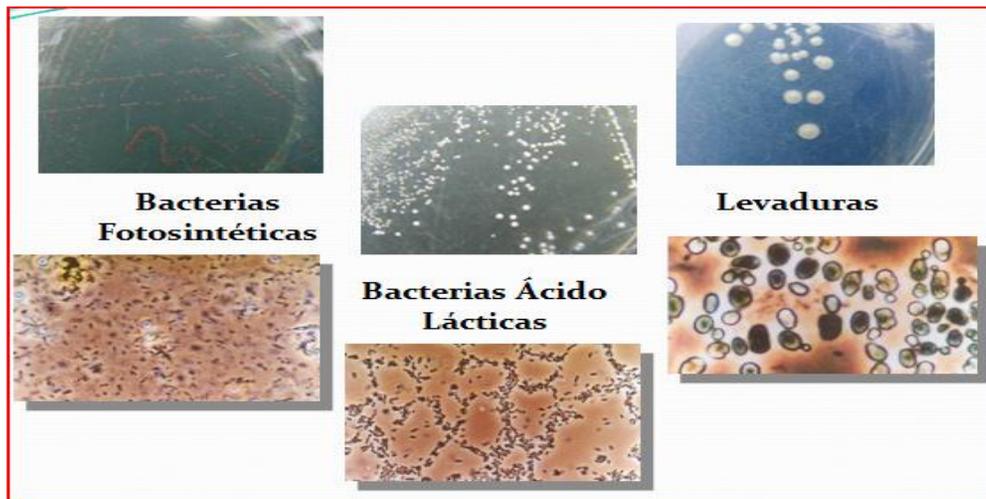


Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo



Título: Evaluación del efecto de ME-50 en la variedad de arroz Prosequisa 4 en el municipio Aguada de Pasajeros

Autor: Pablo René Milian Martí

**Tutores: Ing. Javier González Ramírez
Dr.MV. Eligia de la C. Cuellar Valero. MSc.**

**Cienfuegos, 2015
“Año 57 de la Revolución”**

Pensamiento

"No debe el agricultor sin probarlo antes en pequeñas parcelas, optar por ciertas prácticas agrícolas, porque cada puñado de tierra tiene su constitución propia, quizás lo que le convenga a la Martinica, no le haga bien a la isla de La Trinidad."

José Martí

Agradecimientos

*A mis tutores Eligia Cuellar Valero y Javier
González Ramírez, por sus esfuerzos,*

y haber hecho posible este trabajo.

*A todas aquellas personas que con su apoyo y
estímulo me permitieron superar obstáculos y
continuar adelante.*

Muchas Gracias.

Dedicatoria

*A mi familia querida, que de una forma u otra,
siempre me impulsa y acompaña: a mis padres, mis
hijas y hermana.*

*A mi esposa, por compartir mis desvelos y
preocupaciones desde su amor.*

*A mis abuelos que desde su sueño eterno
comparten mi triunfo.*

*A todos aquellos que de alguna manera
me apoyaron en todos los momentos.*

RESUMEN

El estudio se realizó en la finca “Los Almeidas” del productor Armando Padrón Almeida, socio de la CCS “Patricio Lumumba” perteneciente a la Empresa Agropecuaria 1ro de Mayo, del municipio Aguada de Pasajeros, provincia Cienfuegos, sobre un suelo Oscuro plástico, durante la campaña de frío 2014-2015, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de ME-50 sobre el desarrollo morfológico y rendimiento en la variedad de arroz Prosequisa-4, a través de un diseño experimental de bloques al azar con 4 variantes de 25 plantas en el área tratada y 4 variantes de 25 plantas en el área testigo en parcelas con un área de 400 m², aplicándose el bioproducto por vía foliar a dosis de 7 L.ha⁻¹ en tres aplicaciones (15, 25 y 35 días posteriores al trasplante) y sin administración a la parcela testigo, se evaluaron indicadores morfológicos y del rendimiento como altura de la planta, número de hijos por planta, longitud de panículas, número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panículas, número de hijos fértil por planta, número de hijos infértil por planta, peso de 1000 granos y rendimiento. Las aspersiones de ME- 50 mostraron óptimos resultados en las variables morfológicas y de rendimiento en la variedad de arroz Prosequisa-4, así como efectividad técnica en el control de larvas de *Lissorostus brevirostris* en la variedad de arroz objeto de estudio.

Palabras claves: Arroz; Bioproducto; EM-50; Rendimiento.

ABSTRACT

The study was carried out in the farm "The Almeidas" of the producing Armando Padrón Almeida, partner of the CCS "Patricio Lumumba" belonging to the Agricultural Company May 1ro, of the municipality Aguada de Pasajeros, Cienfuegos province, on a earth Dark plastic, during the campaign of cold 2014-2015, with the objective to evaluate the effect of the application of EM-50 on the morphological development and yield in the variety of rice Prosequisa-4, through an experimental design of blocks at random with 4 variants of 25 plants in the treated area and 4 variants of 25 plants in the area witness in parcels with an area of 400 m², being applied the byproduct for via foliating to dose of 7 L.ha⁻¹ in three applications (15, 25 and 35 later days to the transplant) and without administration to the parcel witness, morphological indicators were evaluated and of the yield as height of the plant, children's number for plant, panicles longitude, panicles number for square meter, number of grains for panicles, fertile number of children for plant, children's infertile number for plant, weight of 1000 grains and yield. The aspersions of ME - 50 showed best results in the morphological variables and of yield in the variety of rice Prosequisa-4, as well as technical effectiveness in the control of larvas of *Lissorostus brevirostris* in the variety of rice object of study.

Key words: Rice; Byproduct; EM-50; Yield.

ÍNDICE	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
I.1 Los Microorganismos Eficientes. Generalidades.....	6
I.1.2 Surgimiento de los Microorganismos Eficientes.....	6
I.1.3 Principales microorganismos componentes de los EM.....	7
I. 1.4 Coexistencia de los Microorganismos Eficientes.....	8
I.1.5 Implementación internacional de los EM.....	8
I.1.6 Implementación de Microorganismos Eficientes (EM) en Cuba.....	9
I.1.7 Utilización de microorganismos eficientes en la agricultura.....	10
I.2 Origen e importancia del arroz.....	13
I.3 El cultivo de arroz en Cuba	14
I.3.1 Atenciones culturales al cultivo de <i>Oryza sativa</i> Lin.....	15
I.3.1.1 Métodos de siembra.....	15
I.3.1.2 Control de agentes nocivos.....	16
I.4 Nutrición y fisiología del arroz.....	17
I.4.1 Manejo de los nutrientes en el cultivo del arroz.....	17
I.4.2 Fase vegetativa.....	18
I.4.3 Fase reproductiva.....	19
I.4.4 Fase de maduración.....	19
I.5 Componentes del rendimiento.....	20
I.5.1 Determinación de componentes de rendimiento.....	21
I.5.2 Acción de ajuste entre componentes de rendimiento.....	21
I.5.3 No. de panículas por unidad de superficie y No. de granos por panícula.....	22
I.5.4 Número de granos por unidad de superficie y porcentaje de granos lentos.....	22
I.6 Variedades de arroz.....	23
I.6.1 Características de la variedad Prosequisa-4.....	24

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
II.1 Determinación del efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en los indicadores morfológicos y del rendimiento de la variedad de arroz Prosequisa-4.....	28
II.2 Evaluación del efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en la incidencia de plagas y enfermedades de la variedad de arroz objeto de estudio.....	30
II.3 Determinación la viabilidad económica del empleo por vía foliar de EM-variedad Prosequisa-4.....	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
III.1. Determinación del efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en los indicadores morfológicos y del rendimiento de la variedad de arroz Prosequisa-4.....	32
III.2 Evaluación del efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en la incidencia de plagas y enfermedades de la variedad de arroz objeto de estudio.....	38
III.3 Determinación de la viabilidad económica del empleo por vía foliar de EM-50 en la variedad de arroz Prosequisa-4.....	41
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXOS.....	59

INTRODUCCIÓN

A nivel global han ocurrido cambios provocados por el crecimiento de la población mundial, el incremento de los niveles de consumo y los cambios tecnológicos, sociopolíticos y económicos. Todo esto ha traído alarmantes consecuencias; entre las más importantes están: la contaminación ambiental y el desgaste de los recursos naturales (suelo y agua) (Preston, 2007). Además el consumo en los últimos 50 años se incrementó en un 28%, por lo que la actividad humana es cada vez más insostenible (Alonso, 2010).

En consecuencia, el arroz (*Oryza sativa* L.) es el segundo cereal de importancia en el planeta, después del trigo. Actualmente se reporta su cultivo en 113 países y en todos los continentes, es la principal fuente de empleo, ingresos y nutrición de muchas regiones pobres y con una alimentación precaria (Alfonso, 2011).

Existe una gran diferencia entre el aumento gradual de la producción y el rápido crecimiento de la población humana en los países consumidores de arroz. Esto hace que los investigadores se preocupen en la búsqueda de soluciones que incrementen y aceleren los procesos de producción para poder suplir dicha demanda. El problema a que esto conlleva es de tipo ambiental y agrícola pues se está presentando un apresurado deterioro de los suelos por la presencia de monocultivos y del uso de fertilizantes e insecticidas químicos (Arias 2010; Rodríguez *et al.*, 2010).

Para poder responder a esos conflictos comentados anteriormente, la agricultura orgánica constituye una parte cada vez más importante del sector agrícola por sus ventajas ambientales y económicas, lo cual nos lleva a una opción interesante, en la que sin embargo es fundamental una adecuada fertilidad del suelo para asegurar una producción de calidad (Toalombo, 2012).

Hoy día la agricultura ecológica, presenta diferentes estrategias para la sostenibilidad de los sistemas y el rendimiento de los cultivos, donde se resalta el uso de los Microorganismo Eficientes (EM), que asocia cuatro grupos principales como lo son bacterias fototróficas, bacterias productoras de ácido láctico, levaduras y hongos de fermentación (Higa, 2013; Melgar *et al.*, 2013); naturales, benéficos y altamente

eficientes, cuya combinación desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos (Sánchez, Hernández y Ruz, 2011),

Inicialmente los EM fueron utilizados en la agricultura donde ayudaron a restablecer el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos, además conservando los recursos naturales generando una agricultura sostenible. La consulta bibliográfica al tema tratado en cuestión, revela que existen trabajos referidos a la aplicación de los microorganismos eficientes en diversos cultivos como el banano (Moya, 2001; Cedrico y Muñoz, 2002), hortalizas entre las que se citan: tomate (Terry, Leyva y Hernández, 2005; Mesa *et al.*, 2013), pepino (Peñafiel y Donoso, 2009), lechuga (Muñoz, 2010), col de repollo (Álvarez *et al.*, 2012), acelga (Campo *et al.*, 2014), vegetales como la cebolla (Toalombo, 2012; Zamora, 2014) y arroz (Yera, 2014).

Actualmente es importante destacar las experiencias del uso del EM como probiótico en animales, demostrando su poder benéfico en la ganadería, producción intensiva porcina, acuicultura, avicultura y últimamente en la cunicultura, así como también en el tratamiento de residuos orgánicos, aguas residuales y alimentación animal entre otros según refieren Seedon, (2004); Ballesteros, (2008); Sierra, (2010); López y Medina, (2011); Navia *et al.*, (2013).

En Cuba el arroz representa un alimento de consumo básico y popular que satisface la necesidad alimenticia de la población cubana. En la actualidad la producción nacional alcanza aproximadamente 225 mil toneladas (de las cuales corresponden al sector no especializado 155 mil toneladas), por lo que no satisface la demanda nacional (GAIPA, 2010).

El rendimiento nacional es de 5,3 t.ha⁻¹, en la provincia de Cienfuegos la media del rendimiento es superior a la media nacional debido principalmente a la cantidad de área que se siembra por el método de trasplante. En el sector cooperativo y campesino se concentró en el 2011 el mayor por ciento de las entregas de este cereal. Camellón (2012) comentó el imperativo de elevar la producción arrocera en Cuba y reducir los niveles de importación.

Pero dicha producción se ve limitada por el déficit de fertilizantes y combustibles, razones que provocan el mal manejo y el bajo rendimiento (Suárez, *et al.*, 2006). Esta situación se acentúa por la baja categoría agroproductiva que presentan los suelos arroceros en el país, en su mayoría esquilados, debido a la explotación intensiva (Saborit *et al.*, 2006).

Como alternativa para solucionar estos problemas se recomienda el empleo de ciertas sustancias orgánicas denominadas bioproductos, que actúan sobre la fisiología de las plantas aumentando su desarrollo, originando incrementos en la producción de granos, contribuyendo a mejorar la resistencia de las especies vegetales ante diversas enfermedades.

En tal sentido, los Microorganismos Eficientes (EM) son un conjunto de bacterias benéficas relativamente novedosas con múltiples aplicaciones en las áreas ambiental, pecuaria y agrícola, que logran un equilibrio microbiológico del suelo de manera que pueda mejorar su calidad, incrementando la producción y protección de los cultivos, conservando los recursos naturales y creando una agricultura y medio ambiente más sostenible (Higa, 1994; 1995).

Estudios realizados en la región central cubana por García (2013); Yera (2014), abordan la utilización de bioestimulantes y ME-50 respectivamente, sobre el desarrollo morfológico del cultivo del arroz en variedad IA-Cuba 31, pero se debe señalar que en la bibliografía consultada no aparecen trabajos realizados en la variedad de arroz Prosequisa-4, en especial los componentes del rendimiento agrícola, así como su viabilidad económica, pero el autor, asume como antecedentes las investigaciones desarrolladas anteriormente relacionadas con este trabajo, lo cual constituye un sustento importante para la realización del mismo.

Teniendo en cuenta las razones expuestas, con esta investigación se pretende dar a conocer una nueva alternativa económicamente viable y ambientalmente sostenible para el incremento de la producción de arroz y el rendimiento agrícola, así como su viabilidad económica que reemplace el uso de productos químicos y solucione los problemas de fertilización de este cultivo, lo que permitirá su uso potencial en la agricultura. La situación problemática antes descrita permite plantear el siguiente:

Problema científico

Se desconoce el efecto de los ME-50 sobre el desarrollo morfológico, el rendimiento y sus componentes de la variedad de arroz Prosequisa-4 en la finca “Los Almeidas”, municipio Aguada de Pasajeros.

Hipótesis

Si se aplica por vía foliar ME-50 a la variedad Prosequisa-4 como alternativa que atenúe la escasa disponibilidad de fertilizantes, entonces se podrá lograr un desarrollo morfológico adecuado e incrementar el rendimiento de la variedad objeto de estudio como práctica

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 sobre el desarrollo morfológico y rendimiento en el cultivo del arroz, variedad Prosequisa-4 en la finca “Los Almeidas”, municipio Aguada de Pasajeros.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en los indicadores morfológicos y del rendimiento de la variedad de arroz Prosequisa-4.
2. Evaluar el efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en la incidencia de plagas y enfermedades en la variedad de arroz objeto de estudio.
3. Determinar la viabilidad económica del empleo por vía foliar de ME-50 en la variedad de arroz Prosequisa-4.

Aportes de la investigación

- **Económico.** Aporta una alternativa científicamente fundamentada para la aplicación del EM-50 en el cultivo del arroz, la cual permite lograr aumentos de los valores de producción como consecuencia de los incrementos de los rendimientos y la mejora de la calidad de vida de la población.
- **Ambiental.** Se establece una alternativa biológica y segura para la producción de arroz que conlleva no solo a incrementar la producción sino además, tener una

tecnología de producción más amigable con el ambiente y por ende, sostenible en el tiempo, tal y como se plantea en los Lineamientos del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (2011), donde se trazó como línea, sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico social, así como priorizar estudios encaminados a la sostenibilidad del desarrollo del país.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

I.1 Los Microorganismos Eficientes. Generalidades

Los Effective Microorganisms (EM) conocidos como Microorganismos Eficientes (ME) son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural en un cultivo mixto, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros (Ecologic Maintenances, 2012; Fernández- Larrea, 2013).

Higa (1995) planteó que “los EM deben ayudar a crear una sociedad que permita que todos vivamos y dejemos vivir”, convencido que la competencia no debe limitar el empleo más amplio de esta tecnología, la cual contribuye a elevar la calidad de vida de los hombres, plantas y animales.

Estos microorganismos se encuentran en los ecosistemas naturales, donde mantienen y elevan la productividad y se pueden aislar de sus respectivos ambientes. Usan las sustancias causantes de la putrefacción por lo que evitan los malos olores y las enfermedades al eliminar muchos de los patógenos a través de la exclusión competitiva. En los pastos y en los vegetales su utilización se incrementa debido al mayor aporte de nutrientes que hacen. Mejoran la fotosíntesis, la síntesis proteica y las propiedades de la tierra, al permitir una mejor penetración de las raíces, un mayor crecimiento de las plantas y una menor incidencia de enfermedades (Salgado, 2009).

Este mismo autor afirma que el inoculante microbiano EM es producido como un concentrado líquido no compatible con cloro, desinfectantes, sulfato de cobre, oxidante y agroquímicos (funguicidas y bactericidas), además se utiliza para eliminar los malos olores, controlar insectos (moscas) y en general para mejorar y mantener ambientes sanos y saludables dentro del entorno natural.

I.1.2 Surgimiento de los EM

En la agricultura moderna se utilizan tradicionalmente, grandes cantidades de químicos y fertilizantes, que aunque permiten el desarrollo y la producción de las plantaciones, son elementos perjudiciales a la salud del hombre y al medio ambiente. A partir de esta problemática, comienzan las investigaciones de alternativas sostenibles para

incrementar la producción vegetal y animal en armonía con el ambiente; de esta manera llegan los microorganismos (Contino y Ojeda, 2006).

El profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón, es el padre de la tecnología de los microorganismos eficaces (EM). El Dr. Higa empezó a estudiar los microorganismos a raíz de un envenenamiento que tuvo con productos químicos agrícolas. Para su investigación, recogió 2000 especies de microorganismos. El trabajo tomó enormes cantidades de tiempo, excluyendo microorganismos dañinos u olorosos, logró encontrar 80 microorganismos eficaces beneficiosos a los seres humanos. En el curso de su investigación, el profesor dispuso de una mezcla de microorganismos cerca de algunos arbustos. Encontró allí más adelante, crecimiento vegetal abundante. Inspirado por el feliz accidente, Higa empezó a investigar las mejores combinaciones hasta que en 1982 hizo la presentación formal del EM, como acondicionador del suelo, catorce años después de haber comenzado su investigación.

Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada a una magnitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada en más de 80 países del mundo. El Doctor Higa donó al mundo la tecnología EM y creó EMRO (EM Research Organization), organización sin ánimo de lucro para difundir la tecnología distribuida en cada país por organizaciones con igual orientación (Higa, 1995).

I.1.3 Principales microorganismos componentes de los EM

Según Salgado (2009) EM contiene especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos. Todos ellos mutuamente compatibles unos con otros y coexistiendo en una cultura líquida, entre ellos:

Bacterias Fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp*):

Grupo de microorganismos independientes y autosuficientes, los cuales sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos (Ej. Amoníaco y sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos,

sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Bacterias Acidolácticas (*Lactobacillus spp*):

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Han sido usadas por mucho tiempo en la producción de alimentos como el yogurt, leches ácidas y pepinillos. Pero además el ácido láctico es un compuesto altamente esterilizador que suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de la materia orgánica.

Levaduras (*Saccharomyces spp*):

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas producidas por las levaduras como las hormonas y enzimas, promueven la división activa de las células y raíces.

I.1.4 Coexistencia de los EM

Las diferentes especies de los microorganismos eficaces (Bacterias fototrópicas, ácido láctico y levaduras) tienen sus respectivas funciones. Sin embargo, las bacterias fototrópicas se pueden considerar como el núcleo de la actividad del EM. Las bacterias fototrópicas refuerzan las actividades de otros microorganismos. A este fenómeno se lo denomina “coexistencia y coprosperidad” (EARTH, 2008).

I.1.5 Implementación internacional de Microorganismos Eficientes (EM)

La tecnología de microorganismos eficientes (EM) se ha experimentado en más de 110 países. Proyectos exitosos están siendo implementados en varios países como DPR Corea, Vietnam, Tailandia, Laos, Myanmar, Bhután, Maldivas, Pakistán y Egipto y por organizaciones no gubernamentales como en Sri Lanka, India e Indonesia así como a una escala más local en organizaciones privadas en Sociedad de Agricultura Natural de Nueva Zelanda, Holanda, EMROSA de África. (Ecologic Maintenances, 2012).

Especialmente en la República Popular Democrática de Corea se introdujo la citada tecnología en la agricultura de manera experimental, obteniendo como resultados el incremento de las producciones del cultivo con una calidad de productos mayor a los que se cultivaron con procesos convencionales. Gracias a esta modalidad de producción se logra mantener un desarrollo sostenible y un equilibrio ecológico. Es así como el gobierno de Corea del Norte ha hallado la manera de solucionar los problemas de escasez de alimentos.

De igual forma Japón ha implementado este método en sus cultivos y científicos de la Universidad de Wageningen (Holanda) han evaluado el efecto del EM en la producción de maíz y pasturas hallando incrementos en la fotosíntesis, crecimiento y productividad (Guio, 2010).

Los microorganismos eficientes (EM) también se han difundido en el continente americano. En América Central, la Universidad Agrícola de Costa Rica de la región tropical húmeda (EARTH) está probando la tecnología de microorganismos eficientes en el cultivo orgánico del banano. Además se ha investigado el efecto de EM para reducir la emisión de gases de efecto invernadero producidos en la agricultura, utilizando métodos biológicos y el uso de microorganismos eficientes en la alimentación de la tilapia. Otras reportes sobre el estudio del efecto de la adición de EM en la dieta de cerdos fueron emitidos desde Honduras y Venezuela, así como desde Colombia se consignó la utilidad de los microorganismos eficientes (EM), en los parámetros productivos, económicos y manejo ambiental de los pollos de engorde por Guio (2010).

I.1.6 Implementación de Microorganismos Eficientes (EM) en Cuba

En la actualidad el colectivo de investigadores de la EEPF-IH viene trabajando de manera creciente, en conjunto con otras instituciones cubanas, en nuevas alternativas para lograr la utilización de tecnologías como los microorganismos benéficos, que permita suplir la creciente necesidad de insumos (pesticidas, antibióticos, abonos químicos, etc.) de los sistemas productivos y buscar la sostenibilidad de los sistemas de producción basados en fuentes locales, así como y proporcionar tecnologías factibles para reducir la dependencia externa en los sistemas agropecuarios.

La tecnología de los microorganismos benéficos EM que hoy se propone estudiar puede ser una alternativa viable para los principales problemas que se presentan hoy en los sistemas de producción de alimento, tratamiento de residuales y producción de energía.

Científicos cubanos han evaluado el efecto del EM en la producción de cultivos como banano, hortalizas, frutales y granos (arroz), reportando en todos los casos incrementos en la fotosíntesis, crecimiento y productividad de los cultivos (Moya, 2001; Cedrico y Muñoz, 2002; Terry, Leyva y Hernández, 2005; Mesa *et al.*, 2013; García, 2013; Yera, 2014).

I.1.7 Utilización de microorganismos eficientes en la agricultura

En la agricultura moderna se utilizan tradicionalmente, grandes cantidades de químicos y fertilizantes, que aunque permiten el desarrollo y la producción de las plantaciones, son elementos perjudiciales a la salud del hombre y al medio ambiente. A partir de esta problemática, comienzan las investigaciones de alternativas sostenibles para incrementar la producción vegetal y animal en armonía con el ambiente; de esta manera llegan los microorganismos eficientes (Contino y Ojeda, 2006).

En tal sentido, el objetivo fundamental de una agricultura sostenible sería entonces, el de desarrollar sistemas agrícolas que sean productivos, confiables, que conserven la energía, la calidad del medio ambiente, los recursos naturales, y que aseguren la producción de alimentos seguros y de calidad. La tecnología de ME se convierte en una valiosa herramienta potencial que puede ayudar al desarrollo de sistemas que sean sustentables en los aspectos económico, ambiental y social (Toalombo, 2012; Yera , 2014).

Los ME han sido ampliamente utilizados en el sector agropecuario tanto en suelos como en cultivos, tratamiento de residuos orgánicos, aguas servidas, reducción drástica de plagas (moscas), eliminación de olores molestos producidos por la descomposición de excretas y orina, siendo aprobado en varios e importantes países, entre ellos los Estados Unidos, cuyo departamento de agricultura incluyó a todos los microorganismos presentes en los EM, dentro de la categoría de G.R.A.S. (Generally Recognized As Safe). (SEGUROS PARA EL MEDIO AMBIENTE) (Salgado, 2009).

Entre las aplicaciones de ME se citan: (Fernández- Larrea, 2013)

- En el medio ambiente:
 - a) Reducción de los malos olores provenientes de estiércol y orina.
 - b) Ayuda al aprovechamiento eficiente de los desechos animales como subproductos enriquecidos y seguros, eliminando microorganismos patógenos y semillas de malezas.
 - c) Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evitando la descomposición de la materia orgánica por oxidación en la que se liberan gases generadores de olores molestos (sulfurosos, amoniacaes y mercaptanos).
 - d) Evita la proliferación de insectos vectores, como moscas, ya que estas no encuentran un medio adecuado para su desarrollo.
 - e) Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante. Durante el proceso de fermentación se liberan y sintetizan sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que al ser incorporados al suelo a través del abono orgánico, mejoran sus características físicas, químicas y microbiológicas.
 - f) Acelera el proceso de compostaje a una tercera parte del tiempo de un proceso convencional.
- En aguas servidas:
 - a) Transformación y síntesis de materia orgánica.
 - b) Incrementa los valores de oxígeno disuelto.
 - c) Reduce producción de lodos en sistemas de tratamiento convencionales.
 - d) Reincorpora aguas residuales como aguas de riego.
- En la producción animal:
 - a) Reducción de la acción de microorganismos perjudiciales que causan putrefacción.
 - b) Reducción de malos olores (amoniacos) y poblaciones de insectos (plagas), como consecuencia del proceso de fermentación de las excretas in situ.

- c) Disminución del consumo de agua de lavado, implementando el manejo de camas secas para coleccionar excretas y orina, reduciendo la frecuencia de utilización de agua.
 - d) Mantenimiento de las instalaciones, aminora la oxidación y formación de herrumbre.
 - e) Reducción de desinfectantes, disminuyendo los costos de producción y mantenimiento
- En los suelos:
 - a) Mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades.
 - b) Restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas.
 - c) Incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los
 - d) Recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.
 - e) Conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.
 - En semilleros:
 - a) Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
 - b) Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.
 - c) Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.
 - En las plantas:

- a) Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- b) Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- c) Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- d) Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- e) Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

El potencial de los EM en la agricultura, la ganadería y la protección medioambiental es cada día más relevante. Su utilización es fácil, aplicable a nuestro contexto agropecuario, económicamente justificada y amigable para el hombre y el ambiente, cuyo fin principal es mejorar la productividad de los sistemas agrícolas y ganaderos, especialmente los sistemas orgánicos, con la premisa de mitigar la contaminación ambiental (Contino y Ojeda, 2006).

I.2 Origen e importancia del arroz

El origen del cultivo del arroz proviene desde hace más de 10.000 años, en regiones tropicales y subtropicales de Asia (Infoagro, 2010). Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron a otras partes del mundo.

El arroz (*Oryza sativa* L.), es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia *Poaceae* y al género *Oryza*, donde se han considerado principalmente dos especies, *Oryza sativa* de origen asiático y *Oryza glaberrima* de origen africano (CIAT, 2005). Ambas especies son de reproducción autógama, diploides con $2n=24$ cromosomas. El género *Oryza*, tiene más de 24 especies silvestres que crecen en regiones inundadas, semisombreadas y bosque en el sureste de Asia, Austria, África, Sur y Centro América (Acevedo *et al.*, 2006).

Es uno de los cultivos alimenticios más antiguos y constituye el alimento principal para más de la mitad de la población del mundo (Yang, 2007). Ocupa el segundo lugar después del trigo con respecto a la superficie cosechada a nivel mundial y proporciona más calorías por hectáreas que otros cereales cultivados (Ecured, 2012).

El aumento de los rendimientos, la reducción de los costos y la satisfacción de las demandas de consumo, son objetivos comunes de productores e investigadores en la actualidad, particularmente en América Latina y el Caribe. Cuba está inmersa en un proceso de recuperación de esta gramínea desde 1996 y debe todavía afrontar grandes retos en este sentido, particularmente en el terreno de los rendimientos, que aún no superan las 3,5 a 3,6 t.ha⁻¹ (Hernández, 2011).

I.3 El cultivo de arroz en Cuba.

El arroz se considera una de las principales fuentes de alimentos para la población, debido a su composición nutritiva que lo convierte en uno de los alimentos de mayor hábito de consumo (Alfonso *et al.*, 2000; Polón *et al.*, 2006; Instructivo Técnico del Arroz, 2008).

La mayor producción anual de este grano se obtiene en el período de 1984 a 1986 con 256 mil toneladas y el mayor rendimiento con 3.7 t.ha⁻¹ en el sector especializado (empresas arroceras) (JICA, 2006). En la década del 90 toma auge la producción no especializada soportado en productores particulares y otras empresas en que su objeto social no incluye la producción de arroz (Grupo Agroindustrial Pecuário, 2006; JICA, 2006; Suárez *et al.*, 2010). Estas producciones se basaron en métodos sostenibles que comprenden el laboreo manual, las siembras por trasplante, el uso de fertilizantes orgánicos y bioplaguicidas, entre otros aspectos (Alemán, 2007).

Actualmente, existen dos tipos de producción de arroz, a gran escala o especializada, que se realiza fundamentalmente en áreas de los Complejos Agroindustriales (CAI), y a pequeña escala o no especializada, que se efectúa en áreas de productores particulares aislados y cooperativas (GAIPA, 2006).

En Cuba se diferencian dos épocas de siembra que son época de seca o también conocida como siembra de frío y época de primavera. La delimitación de estas dos épocas de siembra lo determina fundamentalmente la incidencia de bajas temperaturas

en los meses fríos del año y el comportamiento de la población de insectos *Sogatodes oryzicola*, Muir (García *et al.*, 2002).

La siembra en la época de frío comienza en el mes de diciembre y termina en el mes de febrero. Las mejores siembras de la época de frío se enmarcan en los meses de Diciembre y Enero que es cuando se obtienen los mejores rendimientos, así como también del año, ya que los mejores rendimientos en Cuba se obtienen en esa época. Sin embargo la baja disponibilidad de agua en esta época del año no permite realizar grandes volúmenes de siembra como ocurre en la primavera.

En la época de lluvia, en la cual se siembra el 70% del total del área anual, comprende los meses de Marzo hasta Julio inclusive, siendo los meses de Abril y Junio los que mejores resultados ofrecen.

I.3.1 Atenciones culturales al cultivo de *Oryza sativa* Lin.

I.3.1.1 Métodos de siembra

En las condiciones productivas de Cuba, se emplean dos métodos de siembra, la siembra directa y el trasplante. Castellanos (2008), considera que el método más empleado es la siembra directa, debido a que es el que más se utiliza en las grandes empresas arroceras estatales que existen en el país producto de la disponibilidad de equipamiento agrícola como maquinarias y la aviación. Sin embargo este tipo de tecnología no está disponible para la mayoría de los productores del sector no especializado, la que resulta muy costosa su adquisición. Afirma Vara (2008) que este tipo de siembra permite reducir el número de labores, pero sobre todo admite aumentar la velocidad de siembra, manejándose mejor los cronogramas y su cumplimiento, lo que resulta fundamental para un buen desarrollo del cultivo. Este autor argumenta que el método de trasplante se utiliza principalmente en áreas destinadas a la producción de semillas y en la región más occidental del país.

El ciclo desde la germinación hasta la cosecha es una característica muy importante para la selección de las variedades para la siembra, los que se definen en ciclo corto con aquellas con menos de 130 días, ciclo medio entre 130 -150 días y las de ciclo largo, aquellas que con más de 150 días (Suárez, 2009).

I.3.1.2 Control de agentes nocivos

Autores como Cordero y Rivero (2001); González (2002); Cruz (2008); FAO (2009); Infoagro (2010); Ecurrred (2012) argumentan que dentro de los principales agentes nocivos que afectan el cultivo de arroz se encuentran las enfermedades, los insectos, los ácaros y las plantas arvenses. La principal enfermedad de este cereal es el tizón del arroz producido por *Pyricularia grisea* Sacc con pérdidas de más del 60 % de los rendimientos. Además de otros agentes causales como *Bipolaris oryzae* (Breda de Hann) Shoemaker (Mancha parda del arroz), *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams& D. Hawksw (Pudrición de la vaina) y *Rhizoctonia solani* Kühn (Tizón de la vaina) y el manchado del grano en la que inciden más de 20 especies de hongos y bacterias. Estos agentes fitopatógenos son controlados por resistencia varietal, calendarios de siembra, manejo del agua, rotación de cultivos, eliminación de inóculos, lucha química, entre otros (Instructivo Técnico, 2008).

Los insectos plagas de importancia para nuestra región se encuentran *Tagosodes oryzicolus* Muir (Sogata), *Oebalus insularis* Stal (Chinche del arroz), *Lissorhoptrus brevirrostris* Suffr (Picudo acuático), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Palomilla del maíz) y el ácaro *Steneotarsonemus spinki*. Smiley. Estos se controlan con el empleo de variedades resistentes o tolerantes y el uso de alternativas ecológicas como el calendario de siembra, empleo de entomófagos y entomopatógenos, eliminación de hospedantes y la lucha química (Instructivo Técnico, 2008).

En Cuba existen más de 20 plantas arvenses que resultan de importancia económica para el cultivo del arroz. Estas se dividen en tres grandes grupos, las poáceas, cyperáceas y las dicotiledóneas. El principal método de control es la lucha química, sin embargo se aplican otras alternativas como tecnologías de preparación de suelo, uso de variedades con efecto alelopático, manejo del agua, rotación de cultivos, variedades con alto vigor inicial que facilite la competencia (Suárez *et al.*, 2009).

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) es afectado por numerosos y diferentes enemigos naturales, encontrándose entre éstos un extenso grupo de agentes infecciosos que causan distintas enfermedades, las cuales en determinadas condiciones ambientales constituyen uno de los factores limitantes de mayor importancia en la explotación de

este cereal. La actividad desarrollada por estos (hongos, bacterias, virus, etc.) en los órganos invadidos (hojas, tallos, inflorescencias, semillas) originan disminuciones, tanto en la calidad como en la cantidad de la cosecha. La magnitud de las pérdidas económicas se encuentra determinada por los niveles de susceptibilidad de las variedades sembradas y por el tipo de manejo agronómico que ellas reciben (Rodríguez y Nass, 1991)

I.4 Nutrición y fisiología del arroz.

Uno de los aspectos más importantes para la sostenibilidad de los sistemas agroecológicos de producción es el equilibrio de la fertilidad del suelo. En este sentido, existe la polémica acerca de si es posible o no, a través del reciclaje de nutrientes y enmiendas orgánicas, restaurar los nutrientes del suelo y suplir las extracciones realizadas por la cosecha a partir de métodos y prácticas agroecológicas (Paneque y Calaña, 2004).

Por otra parte realizar prácticas agroecológicas, con aplicaciones de abonos orgánicos y bioestimulantes foliares complementado con la nutrición mineral cuyo objetivo es mejorar su fertilidad del suelo y el desarrollo vegetativo de la planta, para alcanzar un balance adecuado en la nutrición del cultivo que garantice producciones sostenibles del cereal (Saborit *et al.*, 2010).

El 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. Son muy importantes las características químicas del suelo y que están muy condicionadas a los ciclos de inundación-drenaje. Estas características químicas provocan que ciertos elementos sean más solubles mientras que otros no, pudiéndose provocar toxicidades y/o deficiencias (Carreras, 2004).

I.4.1 Manejo de los nutrientes en el cultivo del arroz

La planta de arroz requiere varios nutrientes esenciales para llegar a un óptimo rendimiento. Entre los elementos que aportan el agua y el aire se encuentran el carbono, hidrógeno y oxígeno y el suelo aporta los elementos macro (que se demandan en mayores cantidades) como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Aquellos elementos que son requeridos en menor cuantía pero que son esenciales para

el crecimiento y desarrollo de las plantas son conocidos como elementos menores, microelementos o trazas e incluyen hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y el cloro; en la última década se ha manifestado deficiencias del nutriente silicio en áreas arroceras de Cuba por lo que en la norma técnica para el cultivo de arroz del año 2008 ya se incluye como un nutriente indispensable para el crecimiento y desarrollo del cultivo. El nitrógeno es un constituyente de las proteínas las cuales a su vez forman parte del protoplasma, de los cloroplastos y de las enzimas. El fósforo como fosfato inorgánico es un componente del trifosfato de adenosina (ATP) y del difosfato de adenosina (ADT), compuestos ricos de energía, y de una coenzima involucrada directamente en la fotosíntesis. El potasio participa en la abertura y el cierre de los estomas controlando la difusión del dióxido de carbono en los tejidos verdes (FAO, 2009).

La absorción de nutrientes por la planta del arroz es afectada por varios factores que incluyen el suelo y sus propiedades, la cantidad y el tipo de fertilizantes aplicados, el cultivar y el método de cultivo. El contenido de nitrógeno, fósforo y azufre en las partes vegetativas es generalmente alto en las primeras etapas del crecimiento vegetativo y declina a medida que se llega a la madurez. En cambio, el contenido de silicio es bajo en las primeras etapas y aumenta consistentemente a medida que se acerca la madurez. El contenido de nitrógeno y fósforo es por lo general mayor en las panículas que en la paja, mientras que el contenido de potasio, calcio, magnesio, silicio, manganeso, hierro y boro es mayor en la paja. El contenido de azufre, zinc y cobre es prácticamente el mismo en la paja y en la panícula. Los nutrientes necesarios para producir una tonelada de arroz con cáscara en el trópico oscilan entre 20,5 Kg de nitrógeno, 5,1 Kg de fósforo y 44,4 Kg de potasio por hectárea (FAO, 2009).

En plantas de arroz se distinguen tres fases de desarrollo, las cuales tienen períodos de crecimiento definidos en cuanto a la diferenciación de la planta y los días de duración. Las fases son: vegetativa, reproductiva y la maduración (CIAT, 2005).

I.4.2 Fase vegetativa

La fase vegetativa comprende desde la germinación, estadio de plántula, ahijamiento, hasta la diferenciación del primordio floral. El estadio de plántula se extiende hasta la

cuarta hoja, momento en que las plantas crecen básicamente de los productos derivados de la fotosíntesis (Il Arroz, 2004). El ahijamiento, comienza a partir de la emisión de la quinta hoja y da inicio a la aparición del primer hijo. Luego y en orden alterno, desde los siguientes subnodos continúa la emisión de los hijos primarios, secundarios y terciarios. El número total de hijos depende, principalmente de la densidad de población, características de la variedad, época de siembra, fertilidad del suelo y el contenido de humedad en el suelo.

La duración de la fase vegetativa depende de diferentes factores, y entre ellos se encuentra la disponibilidad de agua en el suelo. En Cuba, se ha encontrado que en el arroz cultivado durante la época de siembra poco lluviosa en condiciones de aniego desde la siembra hasta el cambio de primordio, la duración de la fase vegetativa ha sido de 62 días en variedades de ciclo corto, y de 75 días en variedades de ciclo medio. En condiciones de sequía hasta el cambio de primordio y durante todo el ciclo del cultivo, la duración de la fase vegetativa es mayor, ha sido de 73 hasta 76 días en variedades de ciclo corto, y hasta 85 y 90 días en las variedades de ciclo medio (Ramírez *et al.*, 2001).

I.4.3 Fase reproductiva

La fase reproductiva tiene una duración entre 35 y 40 días, incluye el período desde la formación del primordio floral, emisión de la panícula y la floración. Se caracteriza porque disminuye la velocidad de crecimiento de las hojas, comienza la formación de la panícula y la elongación de los entrenudos del tallo. Además, ocurre la diferenciación del primordio de la primera bráctea, alrededor de los 30 días antes de la emisión de la panícula. La emisión de la panícula desde la vaina de la hoja bandera (HB) marca el comienzo de la etapa de floración e inmediatamente ocurre la antesis de las flores en el tercio superior de la panícula (Il Arroz, 2004).

I.4.4 Fase de maduración

La fase de maduración abarca desde la emisión de la panícula, llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) y termina con la maduración del grano que coincide con la cosecha. Durante esta etapa, tienen lugar cambios en el tamaño y la masa del grano, pigmentación, textura, senescencia de las hojas, alteraciones en los

orgánulos citoplasmáticos, síntesis de proteínas de carácter enzimático, degradación, cambios en las sustancias de reserva y en la respiración (Il Arroz, 2004).

El crecimiento del grano se debe al incremento de su masa seca y decremento de su contenido de agua. Consta de tres etapas: a) lechosa, donde los carbohidratos almacenados son trasladados rápidamente desde los tallos y otras partes de la planta hasta formar el grano; b) pastosa, cuando cambia la consistencia del grano y comienza a tornarse amarillento y, finalmente c) maduración, se alcanza a los 30 días después de la floración cuando la planta está fisiológicamente madura y los granos muestran un color amarillo pálido (IRRI, 2002). Esta última etapa tiene una duración entre 30 y 40 días, aunque varía muy poco de una variedad a otra. En esta fase se define la masa de mil granos, y los restantes componentes el rendimiento (Tanaka *et al.*, 1995).

I.5 Componentes del rendimiento.

El rendimiento consta de cuatro componentes fundamentales según (Abe, 2004):

- Rendimiento de granos= No. de panículas por unidad de superficie.
- No. de granos por panícula
- Porcentaje de granos llenos
- Peso de un grano seleccionado

No. de panículas por unidad de superficie: Por lo general se presenta por el número de panícula por m².

No. de granos por panícula: El valor calculado dividiendo el número total de granos por plantón entre el número de sus panículas.

Porcentaje de granos llenos: Los granos buenos perfectamente maduros que contribuyen al rendimiento se llaman los granos llenos y se calcula la tasa de granos llenos dividiendo el número de granos llenos entre el número de granos totales. También se llama el porcentaje de granos seleccionados.

Peso de un grano lleno: El peso de 1,000 granos llenos se llama el peso de mil granos y se indica en la unidad de gramo.

El peso de un grano = peso de mil granos / 1,000.

I.5.1 Determinación de componentes de rendimiento.

Para determinar los cuatro componentes del rendimiento, según Abe, (2004) se deben tener en cuenta los factores siguientes:

- Número de panícula por unidad de superficie: Se determina desde la etapa de ahijamiento hasta la etapa de crecimiento de joven y se define por el número de plantones plantados y el número de tallos desarrollados por el ahijamiento. Se producen los hijos uno tras otro de los plantones arraigados y llega a la etapa de ahijamiento máximo a 40-45 días después del trasplante. No obstante, no siempre todos los hijos forman panículas sino el número de tallos va reduciéndose por la muerte de los hijos débiles y pequeños, y los hijos sanos forman las panículas.
- Números de granos por panícula: Se determina en la etapa de crecimiento de panícula joven pasando por dos fases. Una es la fase del aumento del número de granos (espiguillas) por la diferenciación y la otra es la fase de generación y reducción de los granos diferenciados. Se determina el número de granos por panícula en base a la diferencia del número de diferenciación y el número de generación.
- Porcentaje de granos llenos: Se determina desde la etapa de florecimiento hasta la etapa de maduración y comprende dos factores como siguen. Es decir, la proporción de los granos perfectamente fecundados entre los granos totales y la proporción de los granos integrales perfectamente desarrollados entre los granos fecundados.
- Peso de mil gramos: Se determina por el volumen de endospermo en el grano. Lo define principalmente el volumen fotosintético en la etapa de maduración.

I.5.2 Acción de ajuste entre componentes de rendimiento

Según Abe (2004), se considera que basta aumentar al máximo el número de panículas (número de tallos), el número de granos, el porcentaje de granos llenos y el peso de mil granos respectivamente para incrementar el rendimiento. No obstante, el aumento de un factor actúa en forma negativa ante otro factor y suele funcionar la acción de ajuste; cuando se aumenta uno, el otro se reduce.

Por ejemplo, cuando el número de panículas por m^2 se aumenta, el número de granos por panícula se reduce. Como se demuestra aquí, tiende a funcionar la acción de ajuste entre el número de panículas por unidad de superficie y el número de granos por panícula.

Por otra parte, si hubiera podido elevar el porcentaje de granos llenos, hubiera logrado el mejor rendimiento. Sin embargo cuando más sea el número de grano por m^2 , el porcentaje de granos llenos decrece. La acción de ajuste entre el número de granos por unidad de superficie y el porcentaje de granos llenos funciona en la mayoría de los casos.

I.5.3 No. de panículas por unidad de superficie y No. de granos por panícula.

Cuando el número de plantas trasplantadas por unidad de superficie y el número de plantones por nido son muchos, el número de tallos por unidad de superficie se hace grande. No obstante, estando demasiado denso dentro del plantón, los tallos crecen delgados y el volumen de absorción de nitrógeno por tallo se reduce provocando que baje la densidad de nitrógeno dentro del tallo. En esta condición, se reduce el número de diferenciación de granos (espiguillas) y disminuye el número de granos por panícula.

Cuanto más sea el número de tallos, se aumenta el número de panículas. Sin embargo, tiende a provocar la exuberancia excesiva y se baja la producción de carbohidratos por la fotosíntesis. Por lo tanto, la disminución de los nutrientes a proporcionar a las espiguillas en crecimiento degenera las espiguillas diferenciadas y se reduce el número de granos por panícula.

En cambio, cuando el número de panículas por unidad de superficie es reducido, funciona la acción de ajuste en dirección de aumentar el número de granos por panícula (Abe, 2004).

I.5.4 Número de granos por unidad de superficie y porcentaje de granos llenos.

Cuando el número de plantas trasplantadas por unidad de superficie y el número de plantones por nido son muchos, el número de granos por unidad de superficie se aumenta, pero resulta demasiado exuberante desde la etapa de crecimiento de panícula joven hasta la de maduración. En este caso, se reduce el número de hojas

muriéndose las hojas inferiores de sombra desde la mitad de la etapa de maduración y de igual modo se limita la capacidad fotosintética de respectivas hojas que se crecen una encima de otra. Como consecuencia, se impide enviar el suficiente carbohidrato a los granos y baja el porcentaje de granos llenos. Por otro lado, cuando el número de granos por unidad de superficie es poco, funciona la acción de ajuste en dirección de elevar el porcentaje de granos llenos (Abe, 2004).

I.6 Variedades de arroz.

En una revisión realizada por Watanabe, (1997), reporta que la primera clasificación de variedades de arroz fue realizada en Japón en 1884, basada fundamentalmente en los granos. En 1885 se clasificó un gran número de variedades colectadas en varias partes del mundo, que incluía características asociadas al grano tales como: grano glutinoso, formas y color del grano así como presencia y ausencia de las aristas lo cual fue una notable contribución.

Actualmente, además de los caracteres morfológicos se utilizan otros caracteres fisiológicos, como la dominancia o latencia de la semilla, sensibilidad a baja temperatura y tolerancia a las sequías para una descripción más completa.

Hoy en nuestro país contamos con una gama de variedades del tipo japónica e índica (MINAG, 2005), mencionamos entre ellas:

IA-Cuba-31

IA-Cuba-30

IA-Cuba-33

Lc-8866

Reforma

Inca Ip-1, al 11

Perla de cuba

Selección-I

Caribe-7

Ir-1529

Así como un grupo de variedades tradicionales empleadas por productores debido a los resultados obtenidos con ellas, como por ejemplo:

Alba

Jíbaro

Marañón

I.6.1 Características de la Variedad Prosequisa-4

Es una variedad de ciclo largo, obtenida en República Dominicana, siendo introducida en Cuba por su alta respuesta al cultivo del retoño, donde se obtiene alrededor del 60 % de la cosecha principal. Presenta un alto potencial de rendimiento agrícola y buena calidad molinera. Su mayor potencial de rendimiento lo expresa en las siembras de los meses de diciembre y enero, aunque se puede utilizar en siembras de noviembre porque su ciclo largo le permite evadir las bajas en la fase de floración. Es susceptible al manchado del grano, por lo que se debe manejar convenientemente la protección fitosanitaria (IIG, 2012).

Tabla 1. Características agronómicas de variedad Prosequisa-4.

No	Características agronómicas y resistencia	
1	Año de lanzamiento.	2010
2	Ciclo (Seca/lluvia) (días).	155/125
3	Altura de la planta (cm).	88.2
4	Peso de 1000 granos (g.).	28.7
5	Rendimiento promedio (t/ha).(Seca/lluvia).	7.8/5.2
6	Resistencia al acame.	R
7	Resistencia al desgrane.	MR
8	Presencia de aristas.	No
9	Periodo de latencia de las semillas (días).	28
10	Resistencia a <i>Pyricularia grisea</i> Sacc.	MR
11	Resistencia a <i>Tagosodes orizicolus</i> Muir.	MR
12	Resistencia a <i>Stenotarsonemus spinki</i> Smiley.	MR
13	% de granos enteros (potencial).	57.5
14	Temperatura de gelatinización.	Media/alta
15	Contenido de amilosa.	-----
16	Contenido de proteína.	-----
17	Cristalinidad.	84.5
18	Rango de humedad optima de cosecha del grano	18-27%

Tabla 2. Caracteres descriptivos de la variedad Prosequisa-4.

Caracteres	
<i>En estado de plántula</i>	
<i>Longitud del mesocotilo (mm).</i>	0
<i>Longitud del coleóptilo (mm)</i>	6.9
<i>Al momento de la floración</i>	
<i>Hábito de crecimiento.</i>	<i>Semierecto</i>
<i>Capacidad de macollamiento (# de hijos).</i>	<i>Buena (15-19)</i>
<i>Número de hojas muertas.</i>	1
<i>Ángulo del ápice que forman la lema y la palea en la espiguilla.</i>	11-40 ^o
<i>Color predominante del ápice que forman la lema y la palea en la espiguilla.</i>	<i>Café claro</i>
<i>Pubescencia predominante de las glumas.</i>	<i>Pubescente en la quilla</i>
<i>Color predominante de las glumas.</i>	<i>Pajizo</i>
<i>Longitud de la lámina de la hoja bandera (cm).</i>	27.1
<i>Ancho de la lámina de la hoja bandera (cm).</i>	1.6
<i>Longitud de la lámina foliar(cm).</i>	42.1
<i>Anchura de la lámina foliar(cm).</i>	1.3
<i>Color de la lígula.</i>	<i>Crema</i>
<i>Longitud de la lígula (mm).</i>	16.2
<i>Longitud de la semilla (mm).</i>	8.9
<i>Anchura de la semilla (mm).</i>	4.0
<i>Relación largo/ancho de la semilla.</i>	2.23
<i>Espesor de la semilla (mm).</i>	2.3
<i>Densidad predominante de la panícula.</i>	<i>Semicompacta</i>
<i>Exerción predominante de la panícula.</i>	<i>Intermedia</i>

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca “Los Almeidas” del productor Armando Padrón Almeida, socio de la CCS “Patricio Lumumba” perteneciente a la Empresa Agropecuaria 1ro de Mayo, del municipio Aguada de Pasajeros, provincia Cienfuegos durante la campaña de frío 2014-2015, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de ME-50 en el cultivo del arroz, variedad Prosequisa-4. Ubicada en el asentamiento poblacional Santana, con los siguientes límites físicos: Al norte con la UEB Ganadera Galeón, al sur con el asentamiento poblacional Santana, por el este con CPA Revolución de Octubre y por el oeste con el asentamiento poblacional Guevara, sobre un suelo Oscuro plástico. Cuenta con 3,0 ha dedicadas en su totalidad al cultivo del arroz.

El área en estudio se encuentra dentro de las grandes llanuras (0-60 m), cuyas pendientes son inferiores al 2 % siendo favorables al desarrollo agrícola mecanizado, con existencia de zonas bajas y suelos con problemas de drenaje.

El clima del municipio aguadense es tropical y húmedo con vientos predominantes del este. La precipitación promedio anual es de 1400 mm, distribuida en dos períodos: uno fresco y poco lluvioso entre noviembre-abril, así como otro caliente y lluvioso de mayo-octubre (Lazo, 2013). La temperatura media anual en la finca es de 24.8°C.

La finca cuenta con un pozo destinado a garantizar el abasto de agua para el riego de los cultivos. El sistema de riego empleado, es por gravedad, lo que constituye una potencial posibilidad de degradación de suelos por la escorrentía.

La producción de arroz es la prioridad fundamental de la finca, destinada a la sustitución de importaciones en contrato con la Empresa de Granos Aguada, mostrándose en la Tabla 3 la producción arrocera entre 2010-2014.

Tabla 3. Comportamiento de las producciones arroceras (2010 – 2014).

Año	U/M	Rendimiento
2010	t.ha⁻¹	3.0
2011	t.ha⁻¹	3.4
2012	t.ha⁻¹	3.8
2013	t.ha⁻¹	4.5
2014	t.ha⁻¹	5.2

El comportamiento de los rendimientos agrícolas de la finca en el período analizado ha sido favorable, con tendencia al incremento, motivado por la actitud del campesino como promotor e innovador en su escenario productivo cotidiano, al participar de forma activa en el Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino en su municipio, lo que ha propiciado las mejoras productivas, así como sus condiciones socioeconómicas y ambientales.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 variantes de 25 plantas en el área tratada y 4 variantes de 25 plantas en el área testigo. El experimento se ejecutó en parcelas con un área de 400 m² como muestra la figura:

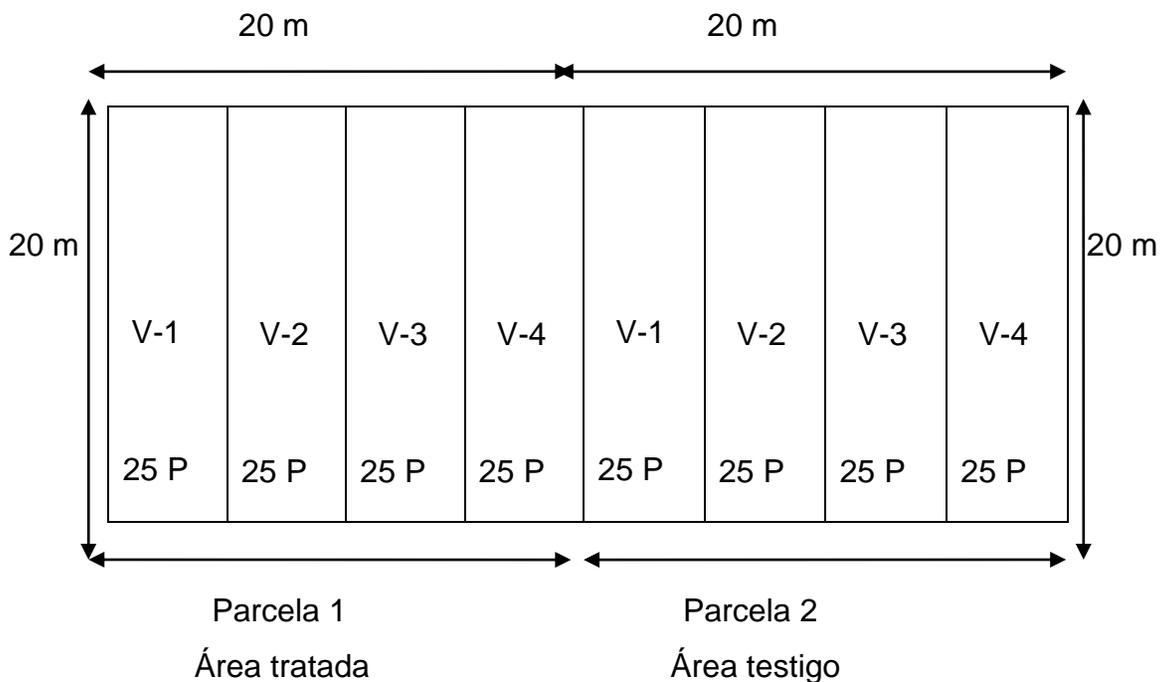


Figura 1. Diseño experimental

El tratamiento administrado por vía foliar fue ME-50, en dosis de 7 L.ha⁻¹ en tres aplicaciones (15, 25 y 35 días posteriores al trasplante) y sin administración a la parcela testigo.

El inóculo utilizado estuvo compuesto por *Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato, *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1 y *Saccharomyces cerevisiae* L-25-7-12. Luego de obtener el certificado de calidad del LB 1 inóculo Microorganismos Eficientes producto comercial ME-50 emitido por ICIDCA, código R-ID-B-Prot-01-01, con fecha 18/6/2014 (Anexo 1), se procedió a realizar los objetivos de la investigación.

Como semilla se utilizó una semilla certificada obtenido por los productores del proyecto Cuba -Vietnam de la variedad Prosequicia-4, originaria del Instituto de Investigaciones de Granos, con la utilización de la tecnología de siembra por trasplante sembrado el 2 de marzo del 2015, empleando semilla pregerminada y mediante la tecnología de preparación de suelo por seco-fangueo. Se realizaron las demás actividades agrotécnicas propias del cultivo como son el riego, el tratamiento de plagas y enfermedades, entre otras.

La selección de la semilla se realizó por el método Peso – Gravedad Especifica, para ello las mismas fueron sumergidas en una solución de miel final y un huevo para lograr un peso específico de 1.10 gr.cm² tomando las que quedaron sumergidas en el fondo del recipiente, posteriormente estas fueron lavadas y sumergidas en un tanque con el agua a 60 °C por un tiempo de 10 min con vistas a eliminar posibles esporas de hongos.

Después se sumergió en un tanque de agua por un tiempo de 24 horas, para su germinación. Posteriormente se colocaron bajo la sombra para que alcance 34 °C de temperatura acumulada hasta que el coleoptilo alcance 1 cm de longitud.

Las aspersiones de ME-50 se realizaron manualmente, utilizando una mochila MATABI de dieciséis litros de capacidad y con boquilla de cono hueco a presión constante en el horario comprendido entre las 6:00 y 7:00 pm, asperjándose el área foliar con una solución final de 320 L.ha⁻¹.

II.1 Determinación del efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en los indicadores morfológicos y del rendimiento de la variedad de arroz Prosequisa-4.

Para dar cumplimiento al objetivo 1, con la finalidad de determinar dicho efecto, las variables morfológicas estudiadas consistieron:

- Altura de la planta (cm).
- Número de hijos por planta.
- Longitud de panículas (cm).
- Número de panículas por metro cuadrado.
- Número de granos por panículas.
- Número de hijos fértil por planta.
- Número de hijos infértil por planta.
- Peso de 1000 granos en (g).
- Rendimiento (t. ha⁻¹).

Mediciones morfológicas y del rendimiento realizadas

Altura de la planta: Se realizó con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja bandera y se expresó en centímetros.

Número de hijos por planta: Se tomaron 100 plantones por parcela al azar como muestra, se le contaron el número de hijos y se promediaron los valores.

Longitud de la panícula: Se midió desde la base del raquis hasta el extremo superior de la misma. Se utilizó una cinta métrica y los resultados se expresaron en centímetros.

Número de panículas por metro cuadrado: Con un marco de 0.50 m x 0.50 m se tira al azar dentro del área de cálculo de la parcela, se cuentan las panículas y se multiplican por 4, realizando esta operación 10 veces y promediando los valores.

Número de granos por panículas: Se determinó tomando de cada parcela 10 panículas, a las que se les contó el número de granos y se promediaron los valores.

Número de hijos fértil por planta: Se tomaron 100 plantas por parcela al azar como muestra, a las que se le contó el número de hijos fértiles y se promediaron los valores.

Número de hijos infértil por planta: Se tomaron 100 plantones por parcela al azar como muestra, se le contaron el número de hijos infértiles y se promediaron los valores.

Peso de 1000 granos: En una balanza se pesaron 10 muestras de 1000 granos por parcela, promediando los valores obtenidos en gramos.

Rendimiento: Se calculó a partir de los componentes del rendimiento, para una hectárea. Se expresó en t.ha⁻¹.

II.2 Evaluación del efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en la incidencia de plagas y enfermedades en la variedad de arroz objeto de estudio.

Para dar salida al objetivo 2, se evaluó la incidencia de plagas de la variedad de arroz objeto de estudio mediante el método de muestreo de campo observando 10 plantones en 10 puntos por parcela en estudio, las cuales se encontraban en la etapa de desarrollo vegetativo de inicio de ahijamiento, según metodología de señalización (INISAV, 2011), de cada plantón se evaluaron los tres niveles superior, medio e inferior, se realizaron 4 muestreos, un conteo inicial, a los 7, 14 y 21 días para evaluar los niveles de incidencia de plagas en las parcelas.

A las 72 horas posteriores a las aplicaciones se contabilizaron los insectos presentes en cada ensayo auxiliadas con una lupa Bayer 10 X, para determinar el nivel poblacional de los agentes nocivos. Esta información permitió determinar la efectividad técnica del ME-50, empleando la fórmula de Abbott modificada (CIBA GEYGI, 1981) para insectos plagas.

$$\% \text{ Efectividad} = A - B / A \times 100$$

Donde A: Nivel poblacional antes.

B: Nivel poblacional después.

Con los datos poblacionales de los insectos obtenidos en cada ensayo se realizó un análisis de varianza, empleando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 15. Las medias fueron comparadas por el test de rangos múltiples de Duncan con una probabilidad de error del 5%.

II.3 Determinación de la viabilidad económica del empleo por vía foliar de ME-50 en la variedad Prosequisa-4.

Para cumplir el objetivo número tres, se realizó el análisis económico calculando la sumatoria de los gastos incurridos en una hectárea, el precio de la tonelada de arroz cáscara al 14 % de humedad y el rendimiento obtenido para cada tratamiento estudiado, mediante la fórmula:

Ganancia (G) = Ingresos – Σ Gastos

Donde:

Ingresos = Rendimiento (t.ha⁻¹) x Precio tonelada arroz cáscara 14% humedad

Σ Gastos = Costo de producción

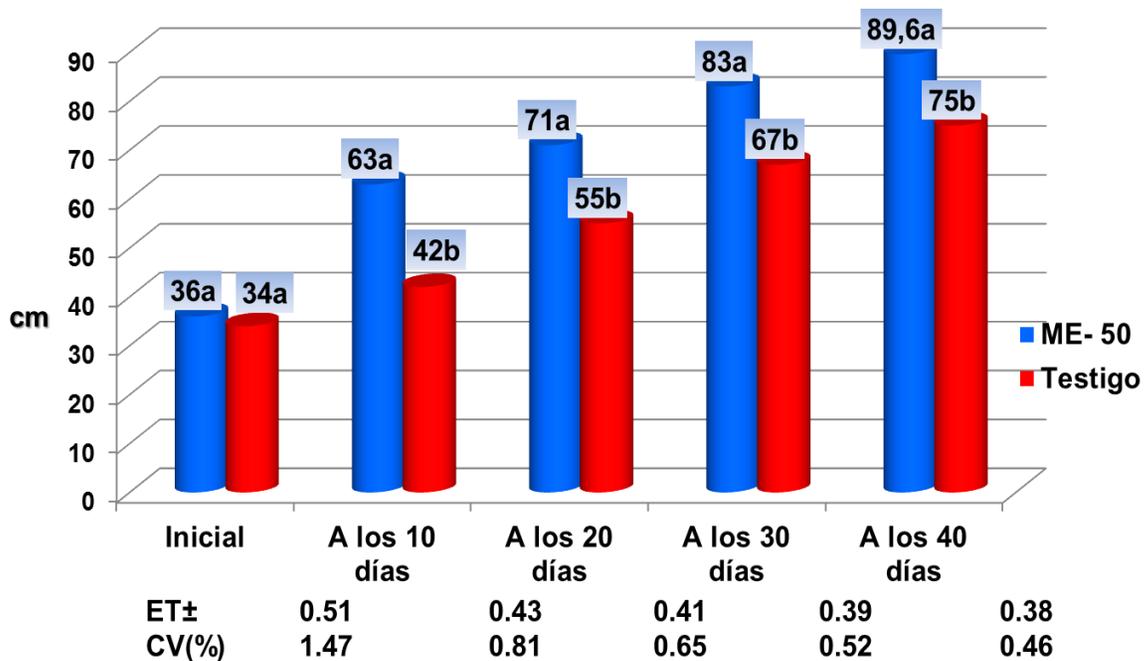
Procesamiento Estadístico

El procesamiento de los datos se realiza mediante el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows a través de un análisis de varianza de un factor y para denotar significación matemática se emplea el test de Duncan con una probabilidad de error del 5%, lo que permitió reconocer la presencia de variables significativas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

III.1 Determinación del efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en los indicadores morfológicos y del rendimiento de la variedad de arroz Prosequisa-4.

En la Figura 2 se presenta el efecto de ME-50 sobre la altura de las plantas en las parcelas en estudio durante los muestreos realizados.



Tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 2. Altura promedio de las plantas en las parcelas en estudio.

La figura mencionada muestra una superioridad de 21 cm en el indicador altura de la planta en la parcela tratada con ME-50, arrojando el análisis estadístico que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las mismas a partir de los 10 días de haber realizado la primera aplicación del producto.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en un estudio llevado a cabo en la región central por Yera (2014) para determinar el efecto del bioestimulante ME-50 en el indicador morfológico altura de la planta en la variedad IA-Cuba-31. Similar efecto reportó Zamora (2014) en su investigación sobre el cultivo de la cebolla en la provincia de Las Tunas.

En contraste con los anteriores hallazgos, Peñafiel y Donoso (2009) y Toalombo (2012) en Ecuador, no presentaron diferencias significativas en valores menores a los 60 días en los cultivos del pepino y cebolla blanca entre la parcela control y la que había recibido las dosis de ME.

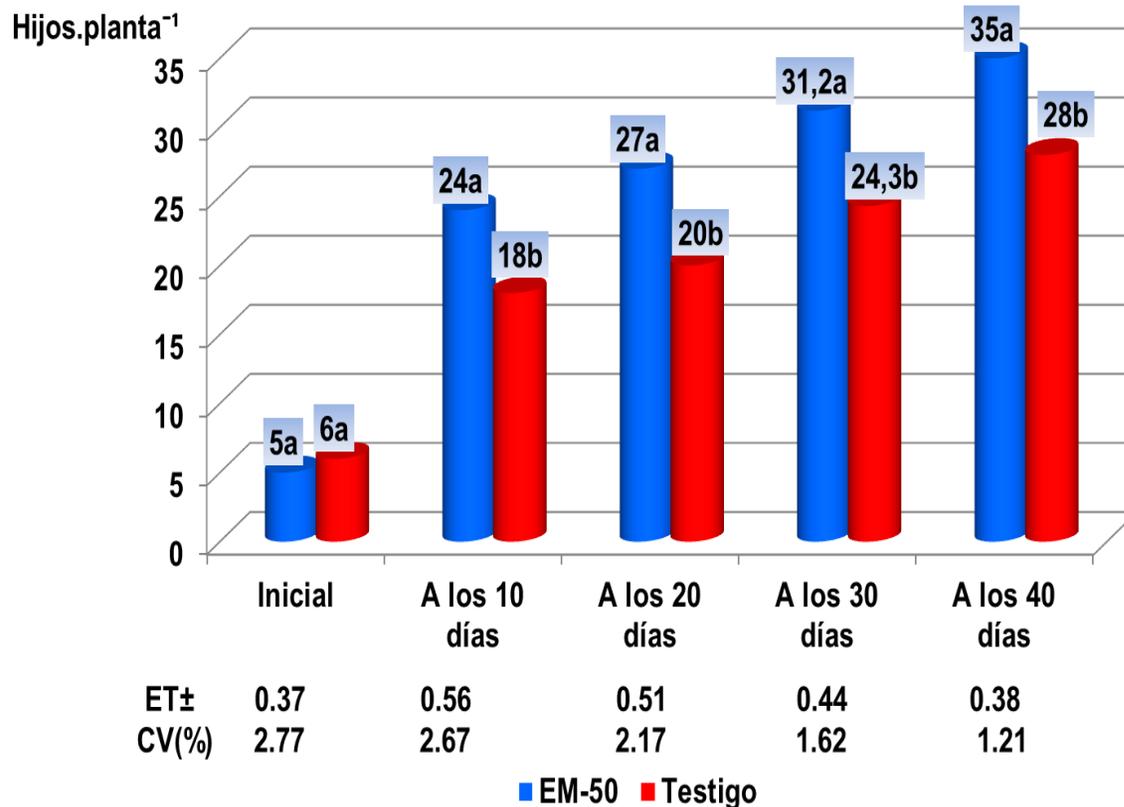
De acuerdo a la literatura consultada, el EM-50 en aspersiones foliares mejora el crecimiento del follaje (22%) y de esta manera aumenta el área fotosintética, lo que se traduce en una mayor elaboración de nutrimentos para la planta y por ende en un incremento de su productividad (Fernández-Larrea, 2013). Además al segregar sustancias antioxidantes, promueven la descomposición de la materia orgánica y la formación de humus, muy beneficioso para el desarrollo de las plantas (LABIOFAM/INIFAT, 2013).

En tal sentido Fundases (2014) refiere que las raíces de las plantas también secretan sustancias como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas activas. El EM utiliza estas secreciones para su crecimiento, pero en el transcurso de este proceso el EM también secreta y provee aminoácidos, ácidos nucleicos, gran variedad de vitaminas y hormonas a las plantas. Concluye que esto significa que el EM en la rizósfera coexiste con las plantas y que por ello, en suelos dominados por el EM las plantas crecen excepcionalmente bien.

Con relación a la influencia del bioproducto ME-50 en el ahijamiento de la variedad de arroz objeto de estudio, se refleja en la Figura 3 que la parcela tratada con ME-50 supera a la testigo de forma significativa a partir de los 10 días de haber realizado la primera aplicación del producto, lo que se debe al efecto beneficioso de estos microorganismos sobre el desarrollo vegetativo del cultivo, produciendo resultados muy alentadores con relación al número de hijos por planta.

En tal sentido Higa (1991) señaló que los ME pueden incrementar los efectos benéficos del crecimiento y desarrollo de los cultivos y de acuerdo a la literatura consultada, los productos orgánicos y biológicos proporcionan a las plantas una dosis completa de macro y micronutrientes, aceleran varios procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Medina, 2009).

Al respecto Núñez (2012) teoriza que el indicador morfológico de número de hijos por planta es un elemento indispensable en el número de panículas por área y en el número de granos que presenta este tipo de inflorescencia.



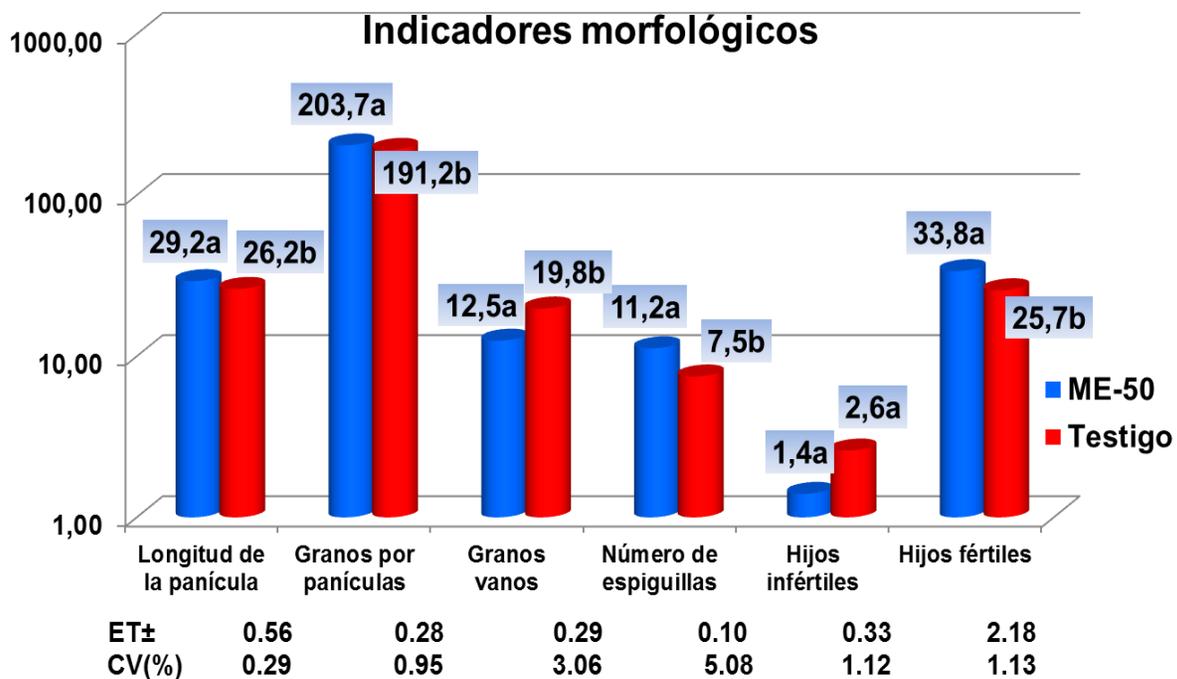
Tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)
 Tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 3. Promedio de hijos por plantas en las parcelas en estudio.

Estos saldos se corresponden con los descritos por Núñez (2012); Yera (2014), quienes reportaron un incremento en el número de hijos por planta.

En la Figura 4 se expone la comparación del efecto de ME-50 sobre los indicadores morfológicos entre los plantones de las parcelas en estudio. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para el indicador granos por panículas, así como diferencias significativas ($P < 0.05$) en la longitud de la panícula, granos vanos por

panículas, cantidad de espiguillas e hijos fértiles por plantón, correspondiendo los mejores valores a la parcela tratada.



Tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)
 Tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 4. Comparación de las variables morfológicas en las parcelas en estudio.

Hurtado (2001), manifiesta que los microorganismos eficientes actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

No obstante, IDIAF (2009), expresa que a través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de NPK y CN. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción.

Comenta Valdivieso (2013) que las levaduras *Saccharomyces* spp sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas, propiedad que repercute en el comportamiento de las variables morfológicas ante el tratamiento.

Fundases (2014) refiere que las raíces de las plantas también secretan sustancias como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas activas. El EM utiliza estas secreciones para su crecimiento. Que en el transcurso de este proceso el EM también secreta y provee aminoácidos, ácidos nucleicos, una gran variedad de vitaminas y hormonas a las plantas. Donde concluye que esto significa que el EM en la rizósfera coexiste con las plantas y que por ello, en suelos dominados por el EM las plantas crecen excepcionalmente bien.

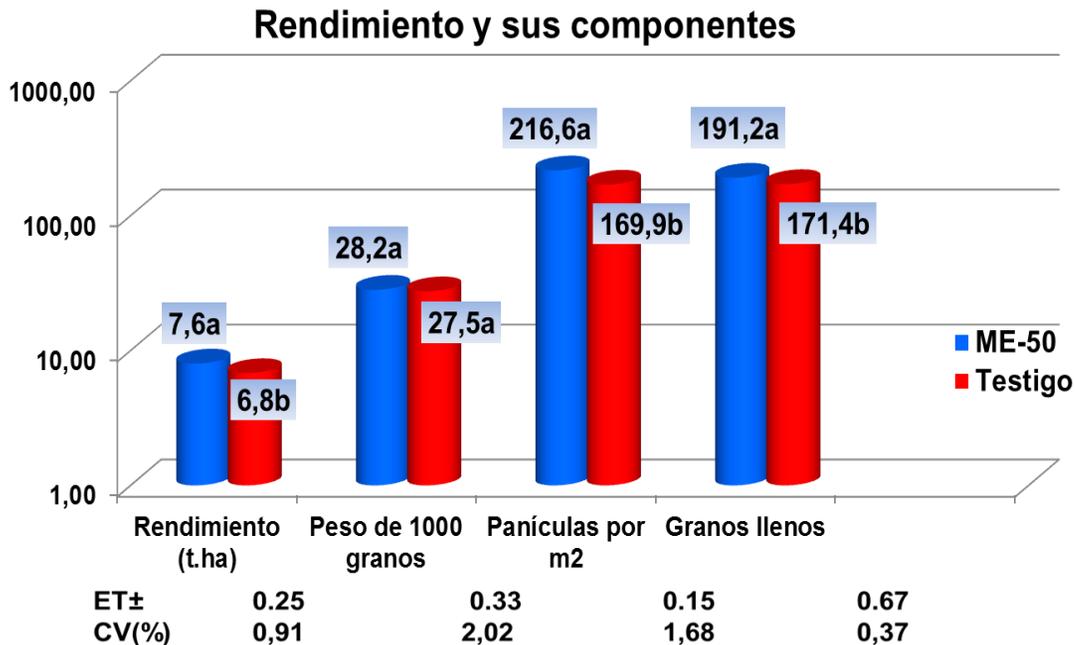
Investigaciones nacionales referidas a la aplicación de microorganismos eficientes en el cultivo de la col de repollo y cebolla, también informan diferencias significativas de las variables morfológicas en dichos cultivares (Álvarez *et al.*, 2012; Zamora, 2014).

De tal forma que los EM pueden utilizarse como inoculantes del suelo para reconstruir su equilibrio biológico, mejorar la asimilación de nutrientes para que estén de esta manera disponibles, suprimir microorganismos patógenos indeseables por “exclusión competitiva o dominación absoluta” y de esta manera favorecer el crecimiento, rendimiento y protección de las plantas de cultivo (Fernández- Larrea, 2013).

Respecto a la influencia de los microorganismos eficientes en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, se plantea que estos microorganismos incrementan la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar, que se refleja en el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, restableciendo el equilibrio microbiológico del suelo y mejorando sus condiciones físico-químicas, argumentos que contribuyen con los resultados de esta investigación (Chen *et al.*, 2001; Fernández- Larrea, 2013).

En tal sentido, Páez, (2006), plantea que este bioproducto estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo de las plantas.

En la Figura 5 se evidencia el efecto del tratamiento en el rendimiento agrícola y sus componentes, reflejando que la parcela tratada con ME-50 demuestra diferencias significativas para todos los parámetros, con diferencias de 46.7 panículas.m², 19.8 granos llenos por panícula y 0.80 toneladas por ha⁻¹.



Tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)
 Tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 5. Comparación del rendimiento y sus componentes entre variables.

En cuanto a las características agronómicas de la variedad de arroz objeto de estudio tras la aplicación de EM-50, los valores obtenidos con relación al rendimiento (7,6a), peso de 1000 granos (28,2a) se aproximan el límite superior de ambos parámetros (7,8 y 28,7 respectivamente), según lo expuesto en IIA (2008). Como consecuencia de estos efectos beneficiosos del EM, se incrementa el rendimiento y la calidad de los cultivos.

García (2013) obtuvo una alta correlación entre los indicadores rendimiento agrícola y el número de panículas.m⁻², resultados que se comportaron de manera similar a los obtenidos en nuestro experimento.

Efectos semejantes enuncian Terry, Leyva y Hernández (2005), los que expresan que esta diferencia numérica podría indicar efecto de sustitución del fertilizante, que

representa un 20 % menos de la cantidad que se aplica según la norma técnica del cultivo. Mesa *et al.*, (2013) al evaluar el rendimiento en el cultivo del tomate, también se pronuncian por la factibilidad del citado tratamiento.

En tal sentido, Álvarez *et al.*, (2012) manifestó equivalentes saldos en cuanto al rendimiento y sus componentes en el cultivo de col de repollo en condiciones de organopónico semiprotegido, en el municipio de Matanzas.

Sin embargo, Peñafiel y Donoso (2012) se propusieron evaluar la dosis más efectiva de EM en el rendimiento del cultivo del pepino, donde no obtuvieron diferencia estadística entre los tratamientos aplicados y el testigo en cuanto al rendimiento, aunque demostraron influencia de los EM sobre la precocidad de la cosecha, el número de flores por planta e inicio del ataque de *Mildiu vellosa*.

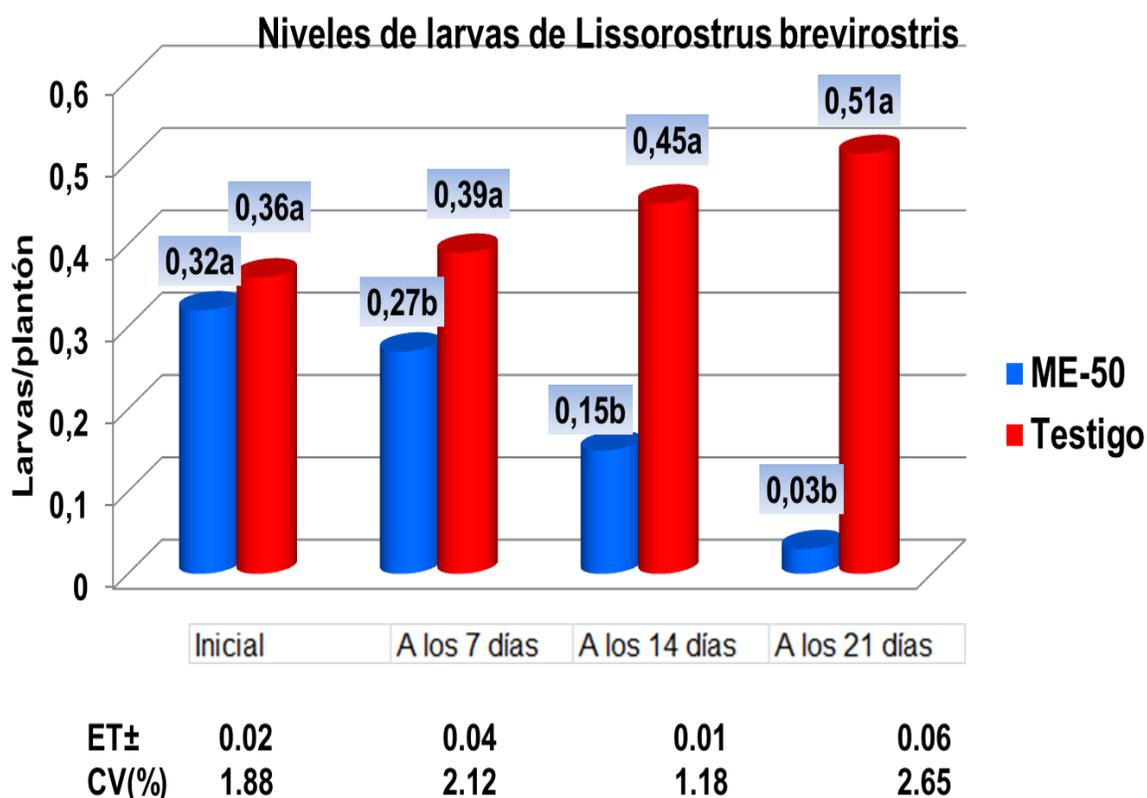
Toalombo (2012) evaluó microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Al evaluar las diferentes dosis y frecuencias obtuvo que los tratamientos (con EM) y el testigo (sin EM), eran estadísticamente iguales, sin embargo matemáticamente la aplicación de 1cc de EM + 1cc melaza / 1lt cada 21, 60 y a los 90 días, influyó positivamente sobre las variables morfológicas evaluadas por encima del testigo.

Los ME como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible (Arias, 2010).

Al respecto Carvajal y Mera (2010) exponen que la sociedad actual debe satisfacer sus necesidades alimentarias por medio de los recursos agrícolas. Por ello, cada vez es más necesario emplear métodos que sean efectivos y viables para obtener buenos rendimientos y satisfacer la demanda global de insumos.

III.2 Evaluación del efecto de la aplicación por vía foliar de ME-50 en la incidencia de plagas y enfermedades en la variedad de arroz objeto de estudio.

Los resultados concernientes a la efectividad técnica del bioplaguicida ME-50 se muestran en la Figura 6.



Tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)
 Tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 6. Efectividad técnica de las aplicaciones del ME-50 sobre los niveles de larvas de *Lissorostus brevirostris*.

En dicha figura se observa que el testigo es afectado por el agente patógeno desde muy temprano en la parcela testigo, con índice de infestación de 0.36 larvas/ plantón el cual se incrementa hasta 0,51 larvas/plantón, representado por el ataque del patógeno Picudito acuático del arroz (*Lissorostus brevirostris*) a la planta, sin embargo la incidencia de plagas en el área experimental evidenció un ligero nivel de infestación del agente nocivo con solo 0.32 larvas/plantón, logrando reducir la infestación hasta 0.03 larvas/plantón, por lo que se infiere que la parcela tratada con ME-50 posee control de la plaga y manejo de patógenos.

Una de las razones que permitió la supresión de la enfermedad es que los principales microorganismos presentes en los EM son las levaduras, actinomicetes, bacterias fotosintéticas y las bacterias ácido lácticas entre otras. Estas últimas producen ácido láctico a partir de azúcares y carbohidratos producidos por bacterias fotosintéticas y levaduras. Se cree que uno de los microorganismos que han dado respuestas positivas a los tratamientos con EM, es la presencia de ácido láctico, ya que produce sustancias antibacteriales (antibióticas), consideradas como inhibidoras de patógenos (APNAN, 1995). Refiere Andel (1995) que los contenidos de aminoácidos y carbohidratos están correlacionados con la susceptibilidad y resistencia a enfermedades.

Además los ME producen hormonas de plantas, sustancias bioactivas beneficiosas y antioxidantes durante la solubilización de nutrientes. Los subproductos metabólicos de los microorganismos eficientes catalizan la energía presente dentro del ecosistema el cual crea un ambiente más sano para la planta (Wood *et al.*, 1997).

Según Moya (2012) el aumento de poblaciones de EM en los suelos promueve el desarrollo de microorganismos benéficos existentes en el suelo, ya que su microflora se torna abundante, y por ello desarrolla un sistema microbial bien balanceado. En este proceso microbios específicos (especialmente los dañinos) son suprimidos, a su vez reduciendo especies microbiales del suelo que causan enfermedades. En contraste, en estos suelos desarrollados, el EM mantiene un proceso simbiótico con las raíces de las plantas junto a la rizósfera (Ladino y Rodríguez, 2009).

Así, los productos que contienen el EM no plantean ningún peligro al medio ambiente, ni a los seres humanos y a la vida salvaje que son una parte de él. Estos microbios beneficiosos analizan y consumen las sustancias que causan la putrefacción, malos olores y enfermedades, eliminando la mayoría de microbios patógenos por medio de la exclusión competitiva (Higa y Parr, 1994).

Los mismos autores declaran que EM se hace inactivo por el oxígeno, así que prospera en la contaminación y muere en condiciones limpias. Es auto reductor lo cual significa que (especialmente en purificación de aguas) los microbios mismos, son consumidos en el proceso por las enzimas naturalmente presentes dentro de ellos, por lo tanto no hay

acumulación del lodo microbiano. No existe contaminación secundaria asociada a usar el EM.

Los resultados de la efectividad técnica de las aplicaciones del ME-50 en el control de plagas y enfermedades de la presente investigación, fueron semejantes a los obtenidos por Cedrico y Muñoz (2002) en el cultivo de banano en Costa Rica, Vargas *et al.*, (2007) en el estudio de la incorporación de EM para el control postcosecha de *Penicillium italicum* en naranjas var. Lane-Late, Peñafiel y Donoso (2009) en el cultivo de pepino, así como los anunciados por Campo *et al.*, (2014) en la producción del cultivo de acelga en Colombia.

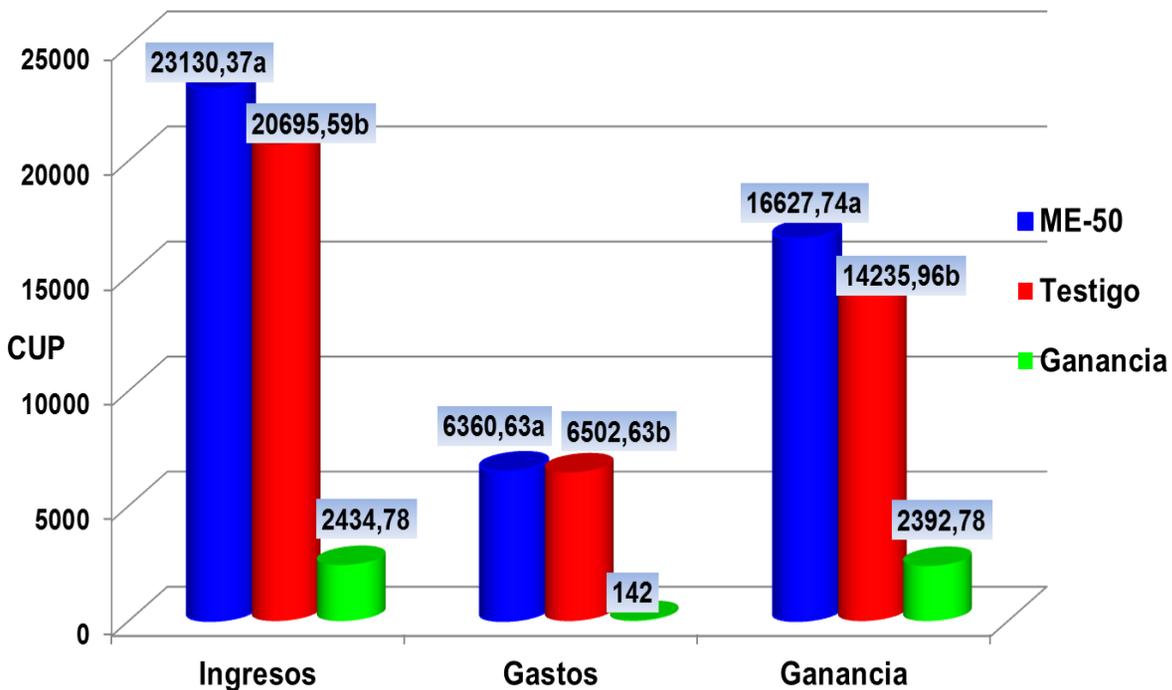
III.3 Determinación de la viabilidad económica del empleo por vía foliar de ME-50 en la variedad Prosequisa-4.

Para la determinación de la viabilidad económica del empleo de EM-50 se precisa declarar todos los gastos que se incurren en las labores (Tabla 4).

Tabla 4. Gastos totales en las labores culturales realizadas.

No	Labores culturales	U/M	Cantidad	Precio	Importe
1	Preparación de suelo con pases de picadora	ha	1	120.00	120.00
2	Fanguero	ha	1	120.00	120.00
3	Semilla certificada	kg	20	4.80	96.00
4	Riego a gravedad, gasto de combustible	L	600	0.87	522.00
5	Siembra por trasplante	ha	1	2800.00	2800.00
6	Fuerza de trabajo para la fertilización.	Jornales	8	50.00	300.00
7	Fosforo	kg	150	0.46	69.00
8	Nitrógeno	kg	250	0.85	212.50
9	Potasio	kg	150	0.40	60.00
10	Asperjación con productos pesticidas fuerza de trabajo	Jornales	8	50.00	400.00
11	Qlisofate (herbicida)	L	1	5.53	5.53
12	Sal de amina (herbicida)	L	1	3.96	3.96
13	Supreme (fungicida)	L	0.5	23.17	11.58
14	Engeo (insecticida)	L	0.100	117.60	11.76
15	Bayfolan forte (biofertilizante)	L	2	4.15	8.30
16	Cosecha	t	7.6	200.00	1520.00
17	Transportación	Horas	5.0	20.00	100.00
	Total de gastos				6360.63

El análisis de los resultados económicos (Figura 7) determinó que las mayores utilidades e ingresos aportados, fueron altamente satisfactorios y correspondieron al empleo de ME-50 en la variedad de arroz Prosequisa-4, dado fundamentalmente por la mejora física, química y biológicamente de los suelos, eliminación de los patógenos que promueven enfermedades e incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante (Fernández- Larrea, 2013). Estos saldos armonizan con los notificados por Cedrico y Muñoz (2002); Álvarez *et al.*, (2012); Zamora (2014) en cultivares de banano, col de repollo y cebolla.



Tratamientos con letras iguales no presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)
 Tratamientos con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Figura 7. Viabilidad económica del empleo de ME-50 en la variedad de arroz estudiada.

Más allá de contaminar el ambiente y deteriorar a la salud humana, el uso indiscriminado de pesticidas químicos provoca la infertilidad de los suelos y el incremento de enfermedades y plagas en los cultivos, debido fundamentalmente a que los agroquímicos eliminan la flora microbiana benéfica que contribuye a la fertilidad natural de los suelos y a su vez evita la proliferación de los microorganismos nocivos (Arias, 2010).

Además, enfatiza el propio autor, los pesticidas sintéticos generan una alta oxidación en el medio, lo cual favorece la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos; lo que significa para el agricultor una mayor inversión en compra de dichos productos tóxicos para controlarlas y un creciente círculo de dependencia de los agroquímicos, incrementando así los costos de producción año a año.

Uno de los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica es el uso de biofertilizantes, lo cual en los sistemas productivos es una alternativa viable y sumamente importante para lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya

que permite una producción a bajo costo, no contamina el medio ambiente y mantiene la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad (Terry, Leyva y Hernández, 2005).

En tal sentido, Arias (2010); Moya (2012) comentan que el empleo de ME 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 aumentando los ingresos del agricultor.

La producción de arroz con alternativas orgánicas responde a más de uno de los programas de prioridad del país para garantizar incrementar las producciones de forma eficiente y sostenible.

Pero, como ha expresado Maluenda (2010), los precios del arroz han experimentado una tendencia al alza, como consecuencia de numerosas razones que se pueden detallar: restricciones impuestas por algunos países exportadores, escasa demanda de las importaciones particularmente en Asia por el debilitamiento del dólar y por una crisis financiera manifestada a nivel mundial.

En pos de una mayor seguridad y sustentabilidad de alimentos, el progreso de la investigación y tecnología agrícola es fundamental. El progreso tecnológico puede contribuir a generar alimentos y productos agrícolas en mayor número, con mayor seguridad y calidad, a menor costo y menos desgaste de recursos naturales.

Salazar (2002) da a conocer que en general a la agricultura orgánica se le conoce por el uso de técnicas apropiadas que en principio evitan el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, pero tiene un alcance mayor, en la medida en que su propósito es llegar a una "producción agropecuaria limpia" y sostenida.

Consecuentemente, los biofertilizantes son productos a base de microorganismos que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas y que al incrementar sus poblaciones por medio de la inoculación artificial, son capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte importante de las sustancias nutritivas que necesitan para su desarrollo, así como suministrar sustancias hormonales o promotoras del crecimiento. La importancia de estos bioproductos radica en su capacidad para suplementar o movilizar nutrientes con un mínimo uso de recursos no

renovables, pueden aplicarse en pequeñas unidades para solucionar problemas locales y no contaminan el medio ambiente. Paneque (2001).

Adicionalmente, el uso de biofertilizantes permite mejorar la productividad por área cultivada en corto tiempo, consumir menores cantidades de energía, mitigar la contaminación del suelo y el agua, incrementar la fertilidad del suelo y favorecer el antagonismo y control biológico de organismos fitopatógenos (Porcuna, 2002).

Lo anterior se ve traducido en beneficios económicos para los agricultores -por efecto de los menores costos asociados al proceso de fertilización y obtención de mayores rendimientos en los cultivos-9,10. En este sentido, la aplicación de fertilizantes biológicos trae consigo beneficios desde las perspectivas económica, social y ambiental (González et al., 2002).

Finalmente, plantea Fernández- Larrea (2013) como ventajas de la utilización de estos microorganismos es el uso seguro, su bajo costo fácil manejo, amigable para el medio ambiente y el uso del 100% de materia orgánica, al ser un producto orgánico sin manipulación genética son bien aceptados en toda clase de unidades productivas, ya sean agrícolas, pecuarias o ambientales.

CONCLUSIONES

1. Las aspersiones de ME- 50 mostraron los mejores resultados (7,6 t.ha⁻¹) en las variables morfológicas y de rendimiento en la variedad de arroz Prosequisa-4.
2. Las aplicaciones con ME-50 manifiestan una efectividad técnica de 82 % en el control de larvas de *Lissorostus brevirostris* en la variedad de arroz objeto de estudio.
3. Los indicadores económicos del tratamiento con EM-50 en la variedad de arroz Prosequisa-4, mostraron valores de 2392,78 CUP de utilidad en comparación con el tratamiento control.

RECOMENDACIONES

1. Generalizar los resultados aportados por la presente investigación en otros sitios productivos del municipio con similares características, condiciones y potencialidades, teniendo en consideración los temas de extensión, capacitación e intercambio entre productores.
2. Continuar los estudios de esta alternativa biológica en otras variedades del cultivo de arroz y dosificaciones.

BIBLIOGRAFIA

- Abe, J. (2004). *Principio de crecimiento, rendimiento y manejo de arroz*. Curso de capacitación para Cuba sobre distintas técnicas del arroz en pequeñas escala. Centro internacional de Tsukuba, Agencia de Cooperación de Japón.
- Acevedo, M.A., Castrillo, W.A., y Belmonte, U.C. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía tropical*, 56(2) ,151-170.
- Alemán, L. (2007). *Situación Actual y Perspectivas del Movimiento del Arroz Popular en Cuba*. Informe Científico del Instituto de Investigación del Arroz. La Habana, Cuba: II Arroz
- Alfonso, R., Ramírez, E., y Rodríguez, S. (2000). Respuesta de variedades de arroz a diferentes manejos de agua como alternativa para pequeños y medianos productores. *Arroz*, 2(1), 37- 43
- Alfonso, C.R. (2011). "El arroz: un cereal imprescindible" .Entrevistado por Margarita Polo Viamontes .Ciudad de La Habana-Cuba: Infomed
- Alonso, G. (2010). *Enfrentamiento al cambio climático en Cuba. Programa. Resúmenes*. II Congreso Producción Animal Tropical. Tomo I. Palacio de Convenciones La Habana. Cuba. 10 pp.
- Álvarez, JL; Núñez, Dania; Liriano, R; Terence, G. (2012). Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. *Centro Agrícola*. 39(4): 27-30. Disponible en: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V39-Numero_4/cag064121879.pdf
- Andel, V. (1995). Amino acids and plant diseases. Netherlands.
- APNAN. (1995). EM Application Manual for APNAN Countries. Primera edición. Tailandia. Disponible en: <http://www.agriton.nl/apnanman.html>
- Arias, A. (2010) Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 2(02), 42–45. Disponible en: <http://jci.uniautonoma.edu.co/2010/2010-7.pdf>

- Ballesteros, D A. (2008). Efecto de la suplementación de EM. (Microorganismos Eficientes) en la alimentación de conejos Nueva Zelanda en la fase de ceba en la finca El Pedregal del municipio de Simijaca. Tesis de grado Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia. Colombia. Disponible en: <http://www.terra.lasalle.edu.co>
- Camellón, J. L. (2012). Definen productores de avanzada en Cuba incrementar la producción de arroz. [en línea]. Recuperado el 20 de julio 2012 de <http://www.escambray.cu/2012/produccion-de-arroz.html>
- Campo, AP; Acosta, RL; Morales, S; Alonso, F. (2014). Evaluación de Microorganismos de Montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 12 (1), 79-87. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a10.pdf>
- Carreras, R. (2004). Necesidades de fertilización en los cultivos. Revista "Agrícola Vergel" 267,122-127.
- Carvajal, JS; Mera, Adriana Consuelo. (2010). Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Rev.P+L 5(2). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552010000200007&script=sci_arttext
- Castellanos, J. (2008). *Cultivar la tierra ofrece beneficios*. [en línea] Recuperado el de enero 2011, de <http://laeducacionagricola.blogspot.com/html>
- Cedrico, R; Muñoz, C. (2002). Efecto de la fertilización con K-mag y microorganismos eficientes en el desarrollo vegetativo, producción, enfermedades e insectos en el cultivo de banano agroecológico (musa aaa), cv. Valery en Bribri, Limón. I Congreso Nacional de Agricultura Conservacionista San José, 28 – 29 de noviembre del 2002.
- Centro Internacional de la Agricultura Tropical (CIAT). (2005). Morfología de la planta de arroz. *CropScience*, 40 (2), 436-443.

- Chen, L.; Lou, Zen; Cheng, Y. (2001). Effect of effective microorganisms and growth media on the growth of potted Taiwan cherry seedlings (*Prunus campanulata* Maxim). Disponible en: <http://www.emtech.org>
- CIBA GEYGI. (1981). Manual de Ensayo de Campo. Basilia. Suiza.
- Contino, Y; Ojeda, F. (2006). Microorganismos Eficientes: impacto en la agricultura y la ganadería. Reflexiones. Rvta. ACPA 3/2006. p. 23-24.
- Cordero, P. V.; Rivero, L. E. (2001). *Principales enfermedades fungosas que inciden en el cultivo del arroz*. Instituto de Investigaciones del Arroz. La Habana Cuba: IIArroz.
- Cruz, A. (2008). Identificación y control in vitro con Quitosana y Trichoderma spp de hongos que causan el manchado del grano en arroz (*Oryza sativa* L.) En IV Encuentro Internacional de Arroz. La Habana. Cuba.
- EARTH (2008). Tecnología EM. EMRO (Effective Microorganismo Research Organization Inc.) Limón. Costa Rica. 16p
- Ecologic Maintenances (2012) Microorganismos efectivos EM en la Agricultura. UweRolli - Mérida, Yucatán. México. Disponible en <http://www.emmexico.com>
- Enciclopedia colaborativa cubana (Ecurred). (2012). Cultivo del Arroz. Retrieved from <http://ecured/arroz.html>.
- FAO (2009.) *Land and Plant Nutrition Management Service*. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>
- Fernández-Larrea O. (2013). Microorganismos eficientes, usos y posibilidades de producción. I Taller Nacional sobre "Resultados del Empleo de los Microorganismos Eficientes en Cuba". 23 y 24 de abril de 2013. Sancti Spíritus. Cuba.
- Fundación de Asesorías para el Sector Rural (Fundases). (2014) Microorganismos Eficaces. Agrophos. Disponible en: <http://fundases.com/p/solbac.html>. Consultado en diciembre 2014.

- García, A.; Hernández, Ana Adelfa; Castillo, D; Hernández, Digna. (2002). Manual del arrocero. MINAGRI. Instituto de Investigaciones del arroz. Segunda Edición.
- García, Y. (2013). Efecto de la aplicación del brasinoesteroide Biobrás-16 en la variedad IACUBA-31 de *Oryza sativa* Lin. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Camagüey.
- González, B. (2002). Espectro patológico de las principales enfermedades del cultivo del arroz. Tesis de maestría no publicada. Facultad de Agronomía. Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
- González, F.; Escamilla, E. y Luna, AC. (2002). Una estrategia para lograr la sustentabilidad campesina. La recuperación del suelo. En: Leisa Revista de Agroecología. (18), no. 3, p.17-19.
- Grupo Agroindustrial Pecuário Arrocero (GAIPA) (2006). Informe de la proyección arrocera. La Habana, Cuba.
- Grupo Agroindustrial Pecuário Arrocero (GAIPA) (2010). Informe de la proyección arrocera. La Habana, Cuba.
- Guio, Eidy Tatiana. (2010). Evaluación del efecto de la utilización de microorganismos eficientes en el agua de bebida sobre los parámetros productivos de cerdos en etapa de levante en el municipio de Sotaquirá. Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de Zootecnista. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente Zootecnia. CEAD Tunja. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Colombia.
- Hernández, R. (2011). La producción de arroz en Cuba. En *Conferencia sobre la Producción de Arroz*. La Habana, Cuba: Ministerio de Economía y Planificación.
- Higa, T. (1991). Effective Microorganisms: A biotechnology for mankind. In Parr, J.; Hornick, S.; y Whitman, C. (Eds.). Proceedings of the First International Conference

on Kyusei Nature Farming. U. S. Department of Agriculture, Washington, DC., pp. 8-14.

Higa, T; Parr, J. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan, 16 pp.

Higa T. (1995). Studies on purification and recycling of animal waste using effective microorganism (EM). p. 7. Disponible en: www.emtech.org.

Higa, T. (2013). Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, p.13.

Hurtado, J. (2001). Qué son microorganismos eficientes? Disponible en: http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132_826aa6mqr

Infoagro (2010). El cultivo del arroz (1ra parte). Disponible en: http://www.infoagro.com/formacion/curso_superior_herbaceos_cereales_arroz.htm

Instituto de Sanidad Vegetal (INISAV). (2011). Metodología de señalización y pronóstico de las plagas y enfermedades. La Habana.

Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). (2009). Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura. (en línea) Consultado: 10 de enero de 2011. Disponible en: <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971>

Instituto de Investigaciones del Arroz. (2004). Fisiología de la planta de arroz. En Curso a distancia. Revista ANAP, 33.

Instituto de Investigaciones del Arroz (2008). *Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz*. La Habana, Cuba: Ministerio de la Agricultura –Thechemical company Basf.

Instituto de Investigaciones de Granos (IIG). (2012). Manual de Variedades. La Habana, Cuba. Ministerio de la Agricultura.

Japan International Cooperation Agency (JICA). (2006). Informe final: Estudio del programa de desarrollo sustentable de la producción de arroz en la zona central de Cuba. Tokio, Japón.

LABIOFAM/INIFAT (2013). Catálogo: Bioproductos para uso agrícola.

Ladino, G.; Rodríguez, J.A. (2009). Efecto de *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomonas palustris* (Microorganismos Eficientes EM) y melaza en la ganancia de peso de tilapias (*Oreochromis* sp) en condiciones de laboratorio. *Orinoquia*. 13(1), p. 31-36. ISSN 0121-3708. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89612776006>

López B.A. y Medina, I.E. (2011). Efecto de la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) sobre la calidad de efluentes en Porcicultura. Tesis para optar el título de Ingeniero Agropecuario. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Colombia.

Maluenda, J. (2010). *Situación mundial del sector del Arroz*. Disponible en: <http://www.agrodigital.com/images/arroz.pdf>

Medina, N. (2009). La biofertilización con hongos micorrizógenos como fuente de nitrógeno para la producción de tomate (*Lycopersicon sculentum*, Mill). IV Taller de biofertilizantes en los trópicos. Programas y resúmenes. XI Seminario del INCA. La Habana. Cuba. p 190.

Melgar, C., Barba, E., Álvarez, C., Tovilla C. y Sánchez, A. (2013). Efecto de microorganismos con potencial probiótico en la calidad del agua y el crecimiento de camarón *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae) en cultivo intensivo. *Revista Biología Tropical*, 1(3), 1215-1228.

Mesa, J.R.; Canheque; J; Idalina Jumba y Alvarez, J.L. (2013). Efeito da aplicação de microrganismos eficientes na cultura do milho branco. I Simposio Científico. ASSESCA-PLP. Angola 2013. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad "José Eduardo Dos Santos". Huambo. República de Angola.

Ministerio de la Agricultura (MINAG). Instructivos Técnicos para el Cultivo del Arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz. (2005). La Habana, Cuba.

- Moya, F. (2001). Evaluación de la aplicación de EM y derivados de este, en el manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano bajo un sistema agroforestal. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo con el grado de Licenciatura. Universidad EARTH. Guácimo, Costa Rica. 2001. Disponible en: http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/sigatoka_negra_en_sistema_agroforestal.pdf
- Moya, J.C. (2012). Cómo hacer microorganismos eficientes. Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección Regional Central Occidental. Disponible en <http://fundases.com/p/solbac.html>.
- Muñoz, GE. (2010). Evaluación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM) y distanciamientos de siembra en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en huertos organopónicos. Tesis de Grado previa la de obtención del título de Ingeniero Agropecuario con Mención en Gestión Empresarial Agropecuaria. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/123456789/973>
- Navia, C.A.; Zemanate, Y.; Morales, S.; Prado, F.A. y Albán, N. (2013). Evaluación de diferentes formulaciones de compostaje a partir de residuos de cosecha de tomate. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Edición Especial (2), 165 - 173.
- Núñez, M. (2012). *Brasinoesteroides y sus análogos. Aplicaciones Prácticas en la Agricultura*. La Habana, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Páez, O. (2006). Uso Agrícola del Trichoderma [en línea]. Disponible en: <http://www.soil-fertility.com/trichoderma/espagnol/index.shtml>
- Paneque, V.M. (2001). La fertilización de los cultivos aspectos teórico – prácticos para su recomendación. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las plantas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. p. 5 – 6.
- Paneque, V. M. P.; Calaña, J. M. N. (2004) “Abonos orgánicos”. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación, La Habana, Cuba: MINAGRI.

- Peñañiel B., Donoso, M. (2009). Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2418/1/4762.pdf>
- Polón, R. Castro, R.I., Pérez, N., Morejón, R., Ramírez, M.A., Miranda, A., y Rodríguez, A.T. (2006). Influencia de la altura de la soca en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en una variedad de ciclo medio (J-104). *Cultivos Tropicales* 27(2), 53-55.
- Porcuna, J.L. (2002). Agroecología y agricultura ecológica. Valencia, España: Servicio de Sanidad Vegetal, p.
- Preston, T.R. (2007). Cambio climático y producción de alimentos y energía en sistemas agrícolas. Conferencia impartida en la EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.
- Ramírez, E., Alfonso, R., Franco, I., y Rodríguez, S. (2001). Fenología de la planta de arroz bajo condiciones de estrés hídrico en diferentes fenofases y durante todo el ciclo. *Arroz*, 4(1), 64-70.
- Ramírez Martínez, M. A. (2009) Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. Tesis en opción de la especialización en ingeniería ambiental Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Química especialización ingeniería ambiental Bucaramanga. 2009.
- Rodríguez, H., Nass A. (1991). Las Enfermedades del Arroz y su Control. FONAIAP - Estación Experimental Portuguesa. Enero a Marzo. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd35/texto/enfermedades.htm
- Rodríguez R., De la Osa J., Valle J. (2010). "Comportamiento del rendimiento en seis variedades de arroz de ciclo corto frente a las enfermedades fungosas." *Revista Infociencia*, 14(1).

- Saborit, R., Meneses, P., Sanzo, R., Pérez, R., García, J., y Rodríguez, R. (2006). Obtención de producciones de arroz sostenible a partir del empleo de la nutrición foliar. *Arroz*, 8(1), 9-11.
- Saborit, R., Meneses, P., Sanzo, R., Cañizares, A., y Durán, M. (2010). Influencia de la nutrición orgánica y mineral integrada en los rendimientos del arroz irrigado y la fertilidad del suelo. En *Memorias del Congreso Internacional de Suelo*. La Habana, Cuba.
- Salazar, W. (2002). Consultivo de la Horticultura y de la Fruticultura. (en línea) Consultado el 6 de abril del 2010. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/organicos/conceptos/principios%20agricultura%20organica.htm>
- Salgado L. Tecnología EM® - Microorganismos Eficaces. (2009). Disponible en: <http://www.ecotecnologias.com.ve>
- Sánchez, S., Hernández, M. y Ruz, F. (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Revistas Pastos y Forrajes*, 34(4), 2011, 375-392.
- Seddon, I. (2004). El uso de sustancias alimentarias alternativas en las dietas porcinas (en línea). Artículo Técnico, Foro de Porcicultura. Comunidad de Negocios Internacionales Relacionados con la Producción Animal. Consultado el 28 de septiembre del 2009 .Disponible en: <http://www.engormix.com/nuevo/prueba/areadeporcicultura1.asp?valor=323>.
- .Sierra, María Verónica. (2010). Evaluación de los parámetros zootécnicos obtenidos en conejos de raza Nueva Zelanda y California suplementados con Microorganismos Eficientes. Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de Zootecnista. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente Zootecnia. CEAD Tunja. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Colombia

- Suárez, E., Cruz, F., Arrastía, M., Navarro, I., García, A., García, Y., y Amador, M. (2006). Programa para el Desarrollo sostenible de la producción de arroz en la zona central de Cuba. *Arroz*, 8 (2),12-15.
- Suárez, E. (2009). Manual para el uso de variedades y producción de semillas en el arroz popular. Programa de mejoramiento genético. Instituto de investigaciones del arroz. La Habana, Cuba. p 1 – 39.
- Suárez, E., Puldón, V., Rivero, L. E., Alfonso, R., y Hernández, A. D. (2009). Manual para el uso de variedades y producción de semillas en el arroz popular. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones del Arroz.
- Suárez, E., Rivero, L. E., González, F., Kunihiro, y Shiraishi, M. (2010). Manual de Producción de Semillas para el Arroz Popular. La Habana, Cuba: II Arroz-JICA.
- Tanaka, K., Kasai, y Z., Masahiro, O. (1995). Physiology of ripening. En: Science of the rice plant .Volume two Physiology. Tokyo, Japan: Food and Agriculture Policy Research Center Tokyo.
- Terry Elein; Leyva A.; Hernández Annia. (2005). Microorganismos benéficos como fertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Rev. Colomb. Biotecnol.* 7(2): 47-54.
- Toalombo Rita Maribel. (2012). Evaluación de microorganismos eficientes autoctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Trabajo de investigación estructurado de manera independiente presentado como requisito para optar el título de Ingeniera Agrónoma. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos – Ecuador. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2217/Tesis-22agr.pdf?sequence=1>
- Vara, J. (2008). Guía de Buenas Prácticas agrícolas para el cultivo de arroz. Cuaderno de actualización técnica nº 61 (CREA).Web Asociación Correntina de Plantadores de Arroz (ACPA). INTA Concepción, Uruguay: CREA- ACPA

- Vargas, M; González-Martínez, C; Chiralt, A; Cháfer, M. (2007). Estudio preliminar del uso de recubrimientos de quitosano y de microorganismos eficaces en el control postcosecha de la podredumbre azul de naranjas. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/72/654/72654.pdf>
- Valdivies, M. (2013). Obtención y caracterización de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* superproductoras de glutación. Editorial de la Universidad de Granada. D.L.Gr. 843-2013. ISBN: 84-338-3821-0.
- Watanabe, Y. (1997). Morphological characters of the wild species in the genus *Oryza*. Chapter 1 Classification and Morphological characters of Plant in genus *Oryza*. *Science of the Rice Plant*. 1: 23 – 34
- Wood, MT; Miles, R.;Tabora, P. (1997). Plant extracts and EM5 for controlling pickleworm *Diapharina nitidalis*. In Proceeding of the 5th International Conference on Kyusei Nature Farming, Thailand, 1998 Senanayake, YDA and Sangakkara UR (Ed) APNAN, Thailand: 207-215 p
- Yang, J. (2007). Involvement of polyamines in the drought resistance of rice. *Journal of Experimental Botany*, 58,(6), 1545-1555
- Yera Jeysel. (2014). Evaluación del efecto de los bioestimulantes Biobras-16 y EM-50 en la fase morfológica en la variedad de arroz IA-Cuba-31. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”.
- Zamora, M. (2014). Evaluación de la Influencia de fertilizantes orgánicos, biológicos y minerales en el cultivo de la cebolla, cultivar Red Creole. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Las Tunas “Vladimir Ilich Lenin”.

Anexo No. 1

Certificado de calidad del LB 1 inóculo Microorganismos Eficientes

	<p align="center">"Certificado de Calidad del LB 1 inoculo Microorganismos eficientes "</p>	Código: R- ID-B -Prot-01-01
		Revisión: 01
		Fecha: 18/ 6 /2014
		Ejemplar: 01
		Página <u>1</u> de <u>1</u>

Producto: LB 1 inoculo (Microorganismos eficientes)

Composición

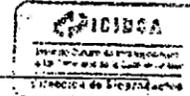
- *Bacillus subtilis* B/23-45-10 Nato,
- *Lactobacillus bulgaricum* B/103-4-1
- *Saccharomyces cerevisiae* L-25-7-12.

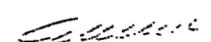
Lote: 01

Fecha: 18/ 6 /2014

Cantidad: 20 L

DETERMINACIÓN	RESULTADO	Referencias
	Células Viables (UFC.mL ⁻¹)	
▪ Bacterias totales	5.5 x 10 ²	PNO-M-En-26 Procedimiento para el conteo de microorganismos en el inóculo LB-1
▪ Levaduras	5.6 x 10 ²	PNO-M-En-25 Procedimiento para el conteo de microorganismos en el inóculo LB-1
▪ Coliformes totales	No se observan	Mac CONKEY (1994) Manual de medios de cultivos, Merck pp121



Elaborado por: Aidin Martinez	Firma:
Cargo: Jefa Dpto. Microbiología	
Aprobado por: Ma Elena Diaz de Villegas	Firma:
Cargo: Especialista Principal Dpto Biotecnología	

Anexo 2

Estación de Protección de Plantas Yaguaramas

Métodos de muestreo e índices de infestación para el cultivo del Arroz

ETAPAS:

A: De la germinación hasta el ahijamiento

B: De máximo ahijamiento a inicio de paniculación

C: De inicio de paniculación a maduración

Plaga o enfermedad	Métodos de muestreo	Índice de infestación	Etapa A	Etapa B	Etapa C
Picudito acuático (Lissorostus brevis)	Etapa A observar 10 puntos/ campo y ver 10 plantas buscar adultos / campo (Total 100 plantas / campo)	LIGERO	1-2 insectos / campo		
		MEDIO	3 insectos adultos / campo		
		INTENSO	Más de 5 insectos / campo		
	Etapa B Observar 10 plantones/ en 10 puntos por campo y buscar larvas / plantones (100 plantones por campo)	LIGERO		Hasta 40 larvas / campo	
		MEDIO		50 larvas / campo	
		INTENSO		Más de 100 larva en campo	
Palomilla del maíz (Spodoptera frugiperda)	Igual a picudito	LIGERO	Hasta 10 adultos o larvas /		
		MEDIO	20-50 larvas o adultos/ campo		
		INTENSO	Más de 50 larvas o adultos		

Chinche del tallo (Tibraca limbatriventris)	Igual a picudito	LIGERO	Hasta 50 individuos		
		MEDIO	60 - 100 individuos		
		INTENSO	Más de 100 individuos		
Chinche de espiga (Oebalus insularis)	Etapa C Observar 10 puntos en el frente y fondo de los campos En cada punto 10 plantones (Total 100/ campo)	LIGERO			Hasta 50 individuos
		MEDIO			60 - 100 individuos
		INTENSO			Más de 100 individuos
Sogata (<i>Tagosodes</i> orizicola)	Igual a picudito	LIGERO	Hasta 40 insecto / campo	Hasta 90 insecto/ campo	
		MEDIO	50 insectos // campo	100 insecto // campo	
		INTENSO	Más de 100 insecto / campo	120 insecto // campo	
Borex de la caña de azúcar (Diataea saccharalis)	Se observan 100 plantones Etapa B y C se requiere abrir los tallos de las plantas, si	LIGERO		Hasta 9 plantas dañadas en 100 plantones	
		MEDIO		Cuando halla 10 plantas dañadas en 100 plantones	

	observa algún síntoma	INTENSO		Más de 20 plantas dañadas en 100 plantones	
Acaro (Steneotarsonemus spinki)	10 Tallos al azar / campo en 10 puntos	LIGERO	Hasta el 9 % de plantas infestadas	Hasta el 15 % de plantas infestadas	
	Etapa A las vainas de las 3 primeras hojas y	MEDIO	10- 25% plantas infestadas	15- 30% plantas infestadas	
	Etapa B las vainas de las 3 hojas más jóvenes	INTENSO	Más del 25% plantas infestadas	Más del 30% plantas infestadas	
Enfermedades ➤ Mancha parda ➤ Pyricularia	Se observan 10 puntos / campo y en cada uno 5 hojas y vaina o espigas para ver enfermedades	LIGERO	Hasta el 5% área manchada	Hasta el 10%	Hasta el 25%
		MEDIO	6-15% área foliar manchada	Entre 15% al 25%	Entre el 25-50 %
		INTENSO	Más de 15%	Más del 25%	Más del 50%
Pudricion de la vaina Sarocladium oryzae	Se observan 5 puntos y 10 espigas por punto	LIGERO			Hasta el 5% de necrosis de las vainas
		MEDIO			Del 6- al 25% de necrosis
		INTENSO			Más del 26% de necrosis de las

					vainas
--	--	--	--	--	--------