



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación

“Alternativas en el manejo del chinche del arroz (*Oebalus insularis*)
con la utilización de una fuente de microorganismos eficientes en el
cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Mocache – Los Ríos -
Ecuador”

Autor:

Edison Leonel Ramírez Coello

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. M. Sc. Luis Tarquino Llerena Ramos

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Edison Leonel Ramírez Coello**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

Edison Leonel Ramírez Coello
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. M. Sc. Luis Tarquino Llerena Ramos**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Edison Leonel Ramírez Coello**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Alternativas en el manejo del chinche del arroz (*Oebalus insularis*) con la utilización de una fuente de microorganismos eficientes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Mocache – Los Ríos - Ecuador**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

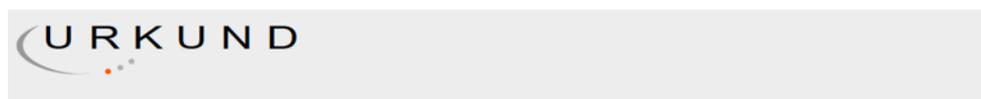
Atentamente;

Ing. M. Sc. Luis Tarquino Llerena Ramos
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. M. Sc. Luis Tarquino Llerena Ramos**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Alternativas en el manejo del chinche del arroz (*Oebalus insularis*) con la utilización de una fuente de microorganismos eficientes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Mocache – Los Ríos - Ecuador**”, perteneciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica **Edison Leonel Ramírez Coello** , CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 1%.

URKUND	
Documento	Ramirez - Proyecto de Investigacion25.06.2018. JULIO 2. 18.docx (D40486917)
Presentado	2018-07-02 14:26 (-05:00)
Presentado por	rgaibor@uteq.edu.ec
Recibido	rgaibor.uteq@analysis.arkund.com
1% de estas 33 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.	



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Ramirez - Proyecto de Investigacion25.06.2018. JULIO 2. 18.docx (D40486917)
Submitted: 7/2/2018 9:26:00 PM
Submitted By: rgaibor@uteq.edu.ec
Significance: 1 %

Sources included in the report:

Ramirez Edison- Proy. Inv. 22.06.18.docx (D40318663)

Instances where selected sources appear:

1

Ing. M. Sc. Luis Tarquino Llerena Ramos
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Alternativas en el manejo del chinche del arroz (*Oebalus insularis*) con la utilización de una fuente de microorganismos eficientes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Mocache – Los Ríos – Ecuador”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

Aprobado por:

Ing. M. Sc. Ignacio Sotomayor Herrera
Presidente del Tribunal

Dra. Marisol Rivero Herrada
Miembro del Tribunal

Ing. Ludvick Amores Puyutaxi
Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar a mi lado dándome sus bendiciones y no permitir que me rinda.

A mis padres y hermanos que siempre han estado a mi lado durante toda mi etapa de estudios y darme su amor y consejos para no decaer y continuar hasta cumplir mis metas.

Al Ing. M. Sc. Luis Llerena Ramos por su colaboración en la presente investigación.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UTEQ, que con sus enseñanzas he logrado obtener conocimientos que serán de gran ayuda en mi vida profesional.

Edison Leonel Ramírez Coello

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios por sus bendiciones, y no dejarme rendir en los momentos más difíciles, y permitir que mis padres, demás familiares, y mis amigos estén a mi lado.

A mis padres, por haberme dado la vida y guiarme siempre por el buen camino, gracias a sus consejos y por depositar su entera confianza en mí.

A mi novia, por alentarme a salir adelante ante cada dificultad que se pueda presentar en la vida, demostrándome su amor en cada paso que damos juntos.

A mis amigos por estar siempre apoyándome y haber compartido tantas cosas juntos sin importar los momentos difíciles

Edison Leonel Ramírez Coello

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar el efecto de los microorganismos eficientes aplicados en diferentes dosis para el control de chinches en el cultivo de arroz. El ensayo se realizó en la Finca Experimental "La María", propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos. Se estudiaron cinco tratamientos: tres conformados por las dosis de microorganismos eficientes (20, 40 y 60 l/ha), un testigo absoluto (sin aplicación de control para chinches) y un testigo químico constituido por la aplicación de Clorpirifos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos en cuatro repeticiones. En base a los resultados obtenidos se pudo determinar que los tratamientos en estudio no influyeron sobre el peso de 1000 granos con un promedio general de 34.0 g. Tanto los tratamientos de microorganismos eficientes como la aplicación de Clorpirifos mostraron menos tiempo a la floración (54.3 a 54.5 días) que el testigo absoluto que registró un promedio de 57.9 días, producto de una menor interferencia en el desarrollo de las plantas por ataque de los chinches. Al aplicarse Clorpirifos se obtuvo más granos sanos con 108.5 granos por espiga, y a la vez menos granos vanos (8.20) y menos granos manchados (8.1), seguido de la aplicación de 40 l/ha de microorganismos eficientes que registró 94.2 granos sanos, 10.6 granos vanos y 11.7 granos manchados (80.9, 9.1% y 10.0 % con respecto al total de granos por espiga de 116.5 granos. El tratamiento más eficiente para el control de chinches fue Clorpirifos que controló el 85.0% de los chinches presentes (11.3 chinches controlados de 13.3 presentes antes del tratamiento), sin embargo, la aplicación de 40 l/ha de microorganismos eficientes permitió el control del 83.8 % de los 11.1 chinches presentes antes del tratamiento (9.3 especímenes controlados). Cuando se aplicó 40 l/ha de microorganismos eficientes dio lugar a un rendimiento de apenas 239.6 Kg/ha por debajo del rendimiento obtenido con Clorpirifos (4614.6 Kg/ha) que fue el más alto observado. La mayor rentabilidad se registró con Clorpirifos con 72.07%, seguido del tratamiento de 40 l/ha de microorganismos eficientes con 63.19%.

Palabras claves: cultivo de arroz, microorganismos eficientes, control de chinches

SUMMARY

The objective of this study was the effect of efficient microorganisms applied in different doses for the control of bedbugs in rice cultivation. The trial was carried out at the "La María" Experimental Farm, owned by the State Technical University of Quevedo, at Km 7 of the Quevedo - El Empalme road, Los Ríos province. Five treatments were studied: three formed by the doses of efficient microorganisms (20, 40 and 60 l/ha), a definitive control by the application of Chlorpyrifos. Based on the results obtained, the results in the study were not influenced on the weight of 1000 grains with a general average of 34.0 g. Both the treatments of efficient microorganisms and the application of Chlorpyrifos showed less time to flowering (54.3 to 54.5 days) than the absolute control that registered an average of 57.9 days, product of a lower interference in the development of the plants by attack of the bedbugs. When Chlorpyrifos was present, more healthy seeds were obtained with 108.5 grains per spike, and at the same time less empty grains (8.20) and less stained grains (8.1), followed by the application of 40 l/ha of efficient microorganisms than 94.2 healthy grains, 10.6 vain grains and 11.7 stained grains (80.9, 9.1% and 10.0% with respect to the total grains per spike of 116.5 grains.) The most efficient treatment for bedbugs control was Chlorpyrifos, which controls 85.0% of the bedbugs present (11.3 chinchas controlled of 13.3 present before treatment), however, the application of 40 l/ha of efficient microorganisms allowed the control of 83.8% of the 11.1 bedbugs present before treatment (9.3 controlled specimens) .When applied 40 l/ha of efficient microorganisms gave a yield of only 239.6 Kg /ha below the yield obtained with Chlorpyrifos (4614.6 Kg/ha) which was the highest observed with 72.07%, followed by the treatment of 40 l/ha of efficient microorganisms with 63.19%.

Keywords: rice cultivation, efficient microorganisms, bed bug control

TABLA DE CONTENIDOS

Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derechos	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación.....	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación.....	v
Agradecimientos	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Summary	ix
Tabla de contenidos	x
Índice de Tablas	xiv
Índice de Anexos.....	xvi
Código Dublín.....	xviii
Introducción	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problematización	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1. Marco teórico	7
2.1.1. Generalidades del cultivo de arroz	7

2.1.1.1.	Origen y distribución.....	7
2.1.1.2.	Descripción botánica	8
2.1.1.3.	Requerimientos edafoclimáticos	11
2.1.2.	Agricultura ecológica	13
2.1.3.	Manejo integrado de plagas.....	14
2.1.4.	Chinche del vaneamiento (<i>Oebalus insularis</i>)	14
2.1.4.1.	Ciclo biológico	15
2.1.4.2.	Daños causados por el chinche del vaneamiento	18
2.1.5.	Microorganismos eficientes en la agricultura	20
2.1.5.1.	Principales microorganismos EM	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		28
3.1.	Localización de la investigación	29
3.2.	Características agroclimáticas	29
3.3.	Tipo de investigación	29
3.4.	Métodos de investigación	29
3.5.	Fuentes de recopilación de la información.....	29
3.6.	Diseño experimental y análisis estadístico	30
3.6.1.	Especificaciones del experimento	30
3.7.	Instrumentos de investigación.....	31
3.7.1.	Material genético.....	31
3.7.2.	Tratamientos estudiados	32
3.7.3.	Manejo del ensayo.....	32
3.7.3.1.	Delimitación y balizado del terreno	32
3.7.3.2.	Limpieza y preparación del terreno.....	32
3.7.3.3.	Siembra.....	32
3.7.3.4.	Fertilización.....	32
3.7.3.5.	Control de malezas	33

3.7.3.6.	Reproducción de los microorganismos eficientes (E.M.)	33
3.7.3.7.	Preparación de los microorganismos eficientes (E.M.).....	34
3.7.3.8.	Control de plagas y enfermedades.....	34
3.7.3.9.	Cosecha	34
3.7.4.	Variables registradas y metodología de evaluación	35
3.7.4.1.	Altura de plantas a los 55 días (cm)	35
3.7.4.2.	Número de días a la floración.....	35
3.7.4.3.	Número de chinches antes y después de la aplicación de los tratamientos	35
3.7.4.4.	Número de chinches controlados	35
3.7.4.5.	Total de granos, número de granos sanos, vanos y manchados por espiga.....	35
3.7.4.6.	Peso de 1000 granos (g)	35
3.7.4.7.	Rendimiento (Kg/ha).....	36
3.7.4.8.	Análisis económico	36
3.8.	Recursos humanos y materiales	36
3.8.1.	Recursos humanos	36
3.8.2.	Recursos materiales.....	37
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		38
4.1.	Resultados	39
4.1.1.	Altura de plantas a los 55 días (cm)	39
4.1.2.	Número de días a la floración.....	39
4.1.3.	Número de chinches antes de la aplicación de los tratamientos.....	40
4.1.4.	Número de chinches después de la aplicación de los tratamientos	41
4.1.5.	Número de chinches controlados	42
4.1.6.	Número de granos por espiga.....	42
4.1.7.	Número de granos sanos por espiga	43
4.1.8.	Número de granos vanos por espiga.....	44
4.1.9.	Número de granos manchados por espiga.....	45

4.1.10.	Peso de 1000 granos (g)	45
4.1.11.	Rendimiento (Kg/ha).....	46
4.1.12.	Análisis económico	47
4.2.	Discusión.....	49
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		51
5.1.	Conclusiones	52
5.2.	Recomendaciones.....	53
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA		54
6.1.	Literatura citada.....	55
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....		61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo	30
Tabla 2.	Características agronómicas de la variedad de arroz INIAP 14	31
Tabla 3.	Materiales y/o equipos utilizados en la investigación	37
Tabla 4.	Altura de plantas a los 55 días en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.....	39
Tabla 5.	Número de días a la floración en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.....	40
Tabla 6.	Número de chinches antes de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache	41
Tabla 7.	Número de chinches después de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache	41
Tabla 8.	Número de chinches controlados en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.	42
Tabla 9.	Número de granos por espiga en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.....	43
Tabla 10.	Número de granos sanos por espiga en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.	44
Tabla 11.	Número de granos vanos por espiga en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.	44
Tabla 12.	Número de granos manchados por espiga en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.....	45
Tabla 13.	Peso de 1000 granos (g) en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.....	46

Tabla 14. Rendimiento del cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.....	47
Tabla 15. Análisis económico del rendimiento del cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo del sitio experimental	62
Anexo 2. Análisis de varianza de la altura de plantas a los 55 días (cm)	63
Anexo 3. Análisis de varianza del número de días a la floración	63
Anexo 4. Análisis de varianza del número de granos por espiga.....	63
Anexo 5. Análisis de varianza del número de granos sanos por espiga.....	63
Anexo 6. Análisis de varianza del número de granos vanos por espiga	64
Anexo 7. Análisis de varianza del número de granos manchados por espiga.....	64
Anexo 8. Análisis de varianza del peso de 1000 granos (g)	64
Anexo 9. Análisis de varianza del número de chinches antes de la aplicación de los tratamientos.....	64
Anexo 10. Análisis de varianza del número de chinches después de la aplicación de los tratamientos.....	65
Anexo 11. Análisis de varianza del número de chinches después de la aplicación de los tratamientos.....	65
Anexo 12. Análisis de varianza del número de chinches después de la aplicación de los tratamientos.....	65
Anexo 13. Balizado del terreno	66
Anexo 14. Delimitación de las subparcelas del ensayo.....	66
Anexo 15. Siembra del cultivo de arroz	67
Anexo 16. Identificación de los tratamientos	67
Anexo 17. Cultivo de arroz a los 8 días después de la siembra.....	68
Anexo 18. Preparación del sustrato para la reproducción de los microorganismos eficientes (E.M.).....	68
Anexo 19. Fermentación del sustrato con los microorganismos eficientes.....	69
Anexo 20. Cultivo de arroz a los 20 días después de la siembra.....	69
Anexo 21. Monitoreo del cultivo de arroz para el registro de especímenes de chinches ...	70

Anexo 22. Cultivo de arroz a los 100 días después de la siembra.....	70
Anexo 23. Cosecha del cultivo de arroz	71
Anexo 24. Conteo de granos sanos y vanos por espiga.....	71

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Alternativas en el manejo del chinche del arroz (<i>Oebalus insularis</i>) con la utilización de una fuente de microorganismos eficientes en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en el cantón Mocache – Los Ríos - Ecuador
Autor:	Edison Leonel Ramírez Coello
Palabras clave:	Cultivo de arroz, microorganismos eficientes, control de chinches
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	<p>El presente estudio tuvo como finalidad evaluar el efecto de los microorganismos eficientes aplicados en diferentes dosis para el control de chinches en el cultivo de arroz. El ensayo se realizó en la Finca Experimental “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos. Se estudiaron cinco tratamientos: tres conformados por las dosis de microorganismos eficientes (20, 40 y 60 l/ha), un testigo absoluto (sin aplicación de control para chinches) y un testigo químico constituido por la aplicación de Clorpirifos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos en cuatro repeticiones. En base a los resultados obtenidos se pudo determinar que los tratamientos en estudio no influyeron sobre el peso de 1000 granos con un promedio general de 34.0 g. Tanto los tratamientos de microorganismos eficientes como la aplicación de Clorpirifos mostraron menos tiempo a la floración (54.3 a 54.5 días) que el testigo absoluto que registró un promedio de 57.9 días, producto de una menor interferencia en el desarrollo de las plantas por ataque de los chinches. Al aplicarse Clorpirifos se obtuvo más granos sanos con 108.5 granos por espiga, y a la vez menos granos vanos (8.20) y menos granos manchados (8.1), seguido de la aplicación de 40 l/ha de microorganismos eficientes que registró 94.2 granos sanos, 10.6 granos vanos y 11.7 granos manchados (80.9, 9.1% y 10.0 % con respecto al total de granos por espiga de 116.5 granos. El tratamiento más eficiente para el control de chinches fue Clorpirifos que controló el 85.0% de los chinches presentes (11.3 chinches controlados de 13.3 presentes antes del tratamiento), sin embargo, la aplicación de 40 l/ha de microorganismos eficientes permitió el control del 83.8 % de los 11.1 chinches presentes antes del tratamiento (9.3 especímenes controlados). Cuando se aplicó 40 l/ha de microorganismos eficientes dio lugar a un rendimiento de apenas 239.6 Kg/ha por debajo del rendimiento obtenido con Clorpirifos (4614.6 Kg/ha) que fue el más alto observado. La mayor rentabilidad se registró con Clorpirifos con 72.07%, seguido del tratamiento de 40 l/ha de microorganismos eficientes con 63.19%.</p>
Descripción:	
Url	

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es cultivado en 113 países del mundo y en todos los continentes excepto la Antártida. Es uno de los alimentos básicos de la humanidad, y así lo demuestran las altas cifras de producción mundial, solo superadas por el trigo, ya que se siembran cada año aproximadamente 154 millones de hectáreas, es decir, aproximadamente el 11% de la tierra cultivada en el mundo.

Esta gramínea constituye el principal alimento en algunos países asiáticos y en algunos de Sudamérica. Proporciona el 27% de suministro de energía y el 20% de la ingestión de proteínas de la dieta diaria. El aumento de la productividad del arroz contribuirá a la erradicación del hambre, a la mitigación de la pobreza, a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico, ya que el arroz es una fuente primaria de alimento para más de la mitad de la población del mundo. Por esto se deben buscar alternativas para mejorar el nivel de producción de este cultivo.

El 12% de la reducción del rendimiento de este cultivo, se atribuye a la incidencia de insectos. El chinche del arroz (*Oebalus insularis*), es una de las plagas más importantes para este rubro agrícola. La inoculación de toxinas y fitopatógenos, ocurre en la fase de grano lechoso, a través de la inserción del estilete de las ninfas y adultos de *O. insularis*. Este síntoma conocido como "manchado de grano", guarda relación con las infestaciones de *O. insularis*, en donde índices superiores de 0.7 insectos/panícula, que afectan cualitativa y cuantitativamente, el rendimiento del cultivo.

Como alternativa para solucionar estos problemas se recomienda el empleo de bioproductos, entre ellos los llamados Microorganismos Eficientes (ME), un conjunto de bacterias benéficas relativamente novedosas con múltiples aplicaciones en las áreas ambiental, pecuaria y agrícola. Estos bioproductos establecen un equilibrio microbiológico del suelo y mejora su calidad, además han demostrado ayudar al control y repelencia de insectos, lo cual incrementa la producción y protección de los cultivos, conserva los recursos naturales y crea una agricultura amigable con el medio ambiente. Con esto se da mayor importancia al uso de agroinsumos orgánicos en los sistemas de producción agrícola, a fin de lograr un manejo sostenible de los cultivos, preservando el medio ambiente y su biodiversidad.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización

1.1.1. Planteamiento del problema

El actual modelo de producción agrícola ha promovido el uso masivo de productos de síntesis química como la única y mejor alternativa para el control de plagas y enfermedades, así como para nutrición en los cultivos, como consecuencia nos ha llevado a tener diferentes problemas ambientales y humanos.

En el caso del cultivo de arroz, existen muchos insectos que pueden afectarlo y a la vez producir mermas en los rendimientos esperados, entre los cuales el chinche del vaneamiento causa severos daños tanto productivos como económicos a los productores de arroz. Cuando ésta plaga no es controlada adecuadamente, produce secamiento de granos por lo que el rendimiento se ve mermado significativamente, por lo que se hace importante y a la vez necesario realizar una investigación que permita determinar alternativas de control para la mencionada plaga, como, por ejemplo, mediante el uso de los microorganismos eficientes que surgen como una opción para el control de insectos, a fin de evitar abusar del uso intensivo de insecticidas sintéticos.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de los microorganismos eficientes aplicados en diferentes dosis para el control de chinches en el cultivo de arroz?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es el tratamiento que permite obtener mayor cantidad de granos efectivos, producto de un menor vaneamiento causado por chinches?

¿Qué dosis de microorganismos eficientes es la más efectiva para el control de chinches en el cultivo de arroz?

¿Qué tratamiento representa el mayor beneficio económico para el agricultor en función del nivel de rendimiento y los costos de producción?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de los microorganismos eficientes aplicados en diferentes dosis para el control de chinches en el cultivo de arroz.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el tratamiento que permita obtener mayor cantidad de granos efectivos, producto de un menor vaneamiento causado por chinches.
- Establecer la dosis de microorganismos eficientes que sea más efectiva para el control de chinches en el cultivo de arroz.
- Efectuar el análisis económico de los tratamientos en función del nivel de rendimiento y los costos de producción.

1.3. Justificación

Dentro de las alternativas en el manejo de plagas y enfermedades se presentan diferentes métodos, uno de ellos es el control biológico y uso de microorganismos eficientes. El control biológico intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico, mediante la utilización de organismos vivos o sus metabolitos, para eliminar o reducir los daños causados por organismos perjudiciales. Por otro lado, los microorganismos eficientes, están compuestos por organismos benéficos y altamente eficientes. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados, por lo que no representan un efecto altamente nocivo para equilibrio del medioambiente, convirtiéndose en una tecnología de producción de bajo impacto medioambiental, la misma que busca aprovechar recursos y materiales nativos de las propias unidades de producción agrícola.

Por lo estipulado anteriormente, la presente investigación se justifica mediante la identificación de la dosis de microorganismos eficiente que permita un mayor control de poblaciones de chinches en el cultivo de arroz, con la finalidad de evitar que esta plaga afecte significativamente al rendimiento, y por ende cause pérdidas económicas a los productores.

Los resultados de la presente investigación apuntan no solo a un uso de una alternativa ecológica para el control del chinche de vaneamiento, sino también al uso de una técnica de control de insectos de fácil elaboración, y que no demanda elevados recursos, asegurando de esta manera la sostenibilidad de los sistemas productivos, y a la vez teniendo una importancia social al garantizar la inexistencia de trazas de agroquímicos en las cosechas, convirtiéndose en una técnica de producción de gran acogida entre los agricultores.

La presente investigación beneficiará a los agricultores dedicados a este cultivo, al presentárseles una alternativa de control de insectos basados en bioproductos con acción insecticida, los cuales no contaminan el medioambiente, y se puede elaborar fácilmente en sus mismas fincas, y a la vez sirve como información de referencia para técnicos y demás personas interesadas en este tipo de tecnologías de producción y los beneficios de las mismas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades del cultivo de arroz

2.1.1.1. Origen y distribución

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. 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 las tierras bajas a las tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo (Pineda, 2007).

No se ha podido determinar con exactitud la época en que apareció sobre la tierra ni cuánto tiempo el hombre necesitó para domesticarlo. Muchos países asiáticos se atribuyen su origen. La literatura china considera al arroz como el alimento básico de ese pueblo desde el año 3000 a.n.e; donde se indica que la siembra de este cereal era motivo de una gran ceremonia y señala que el arroz se domesticó entre 1000 y 1300 años a.n.e. Dicen los historiadores, que es desde Asia, donde comienza a difundirse el arroz hacia la India, durante la invasión de los Arios. Ellos basan su criterio en que al parecer el término griego oryza se deriva de los nombres en sánscrito yrini y arunya. Sin embargo, la Biblia no menciona el cereal en sus relatos, por tanto, se deduce que era desconocido en el Medio Oriente, para la fecha en que otros lo describían en sus testimonios (Alimentación Sana, 2014).

Pineda (2007), también manifiesta que el arroz es originario de África Tropical, de allí fue llevada a Asia, donde se aclimató tanto que ahora se piensa en India e Indochina como centros de origen. Por lo menos algunos tipos de arroz son originarios de Asia, otros aún podrían ser de América: Brasil, donde existen varias especies silvestres que los indios acostumbraban a comer recorriendo los pantanos y golpeando las panojas para que los granos caigan en las canoas.

Hasta el presente 24 especies son generalmente incluidas dentro del género *Oryza*. De éstas, las especies asiática perennes conocidas como *O. ruffipogon* y *O. nivara* (anual) son los

progenitores de la especie cultivada *O. sativa* L., mientras que las especies africanas perennes (*O. barthii*) y anual (*O. breviligulata*) son los progenitores directos de la especie cultivada *O. glaberrima* Steud., cultivada básicamente en el oeste del África (Acevedo, Castillo, & Belmonte, 2006).

2.1.1.2. Descripción botánica

- **Planta**

El arroz es una planta anual o perenne, según a las especies o híbridos interespecíficos que le dieron origen a las variedades que pertenecen a las especies *Oryza perenni* y *Oryza breviligulata*, porque forman después de la cosecha nuevos brotes (retoños) capaces de fructificar nuevamente, denominado segundo ciclo (Mora, 2010).

Syngenta (2013) señala que el arroz es una gramínea, que se desarrolla con mayor facilidad en los climas tropicales y subtropicales; puede crecer en diferentes ambientes, pero es mucho mejor que se cultive en un medio caliente y húmedo.

- **Sistema radicular**

Durante su desarrollo la planta de arroz tiene dos clases de raíces, las seminales o temporales y las secundarias, adventicias o permanentes. Las raíces seminales, poco ramificadas, sobreviven corto tiempo después de la germinación, siendo luego reemplazadas por las raíces adventicias o secundarias, las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes. En los primeros estados de crecimiento las raíces son blancas, poco ramificadas y relativamente gruesas; a medida que la planta crece, se alargan, se adelgazan y se vuelven flácidas, ramificándose abundantemente (Mora, 2010).

Las plantas desarrollan órganos primarios, radículas e hipocótilos de corta duración, porque mueren al cabo de poco tiempo de haber nacido, luego se forman de inmediato las raíces secundarias que forman un sistema radicular fasciculado compuesto de numerosas raíces adventicias superficiales y cortas, lo que le da a la planta cierta resistencia a la sequía (Andrade, 2006).

- **Hojas**

Las hojas de la planta de arroz se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de las macollas se denomina prófalo, no tiene lámina y está constituido por dos brácteas aquilladas. Los bordes del prófalo aseguran por el dorso las macollas jóvenes a la original. En cada nudo se desarrolla una hoja, la superior debajo de la panícula es la hoja bandera. En una hoja completa se distinguen las siguientes partes: la vaina, el cuello y la lámina (Mora, 2010).

La vaina, cuya base se encuentra en un nudo, envuelve el entrenudo inmediatamente superior y en algunos casos hasta el nudo siguiente. La vaina, dividida desde su base, está finamente surcada y es generalmente glabra. Puede tener pigmentos antocianos en la base o en toda su superficie (CIAT, 2005).

- **Tallo**

El tallo de la planta de arroz se encuentra conformado por la alteración de nudos y entrenudos, en el nudo o también denominado región nodal se forman una hoja y una yema la misma que tiende a desarrollarse y formar un macollo, mientras que la yema se localiza entre el nudo y la base de la vaina de la hoja. El septo es la parte interna del nudo que separa los dos entrenudos adyacentes. El entrenudo maduro es hueco, finamente estriado. Su superficie exterior carece de vello, y su brillo y color dependen de la variedad. La longitud del entrenudo varía siendo mayor la de los entrenudos de la parte más alta del tallo. Los entrenudos, en la base del tallo, son cortos y se van endureciendo, hasta formar una sección sólida (CIAT, 2005).

Un tallo con sus hojas forma un macollo. Estas se desarrollan en orden alterno en el tallo principal. Los macollos primarios se desarrollan de los nudos más bajos, y a la vez producen macollas secundarias; y éstas últimas producen macollas terciarias. El conjunto de macollas y el tallo principal forman la planta (Mora, 2010).

- **Panículas**

La panícula es terminal con ramificaciones primarias y secundarias donde se forman las flores, las cuales son hermafroditas fértiles, compuesta de seis estambres de filamentos

largos. El gineceo de la flor está compuesto de un ovario esférico un oblongo que termina en tres ramas estigmáticas donde una es muy pequeña y las otras dos son bien desarrolladas y que están cubiertas de papila. El ovario es uniovular (Andrade , 2006).

Se ubica sobre el extremo apical del tallo y se inicia sobre el último nudo denominado ciliar. Es una inflorescencia que posee un eje principal llamado raquis, que se extiende desde el nudo ciliar hasta el ápice. Se clasifica, según el tipo, en abierta, compacta o intermedia y según el ángulo de inserción de las ramificaciones primarias puede ser erecta, colgante o intermedia (Aldana & Ospina, 2001).

- **Flores**

La flor está compuesta por seis estambres y un pistilo que termina en dos estigmas. Los estambres constan de filamentos delgados portadores de anteras cilíndricas, cuya longitud puede variar entre 2,1 y 2,6 mm y contener cada una entre 500 y 1 000 granos de polen. El pistilo contiene el ovario, el estilo y el estigma. El ovario es de cavidad simple y contiene un óvulo (Aldana & Ospina, 2001).

- **Semillas**

La semilla de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente; consta de cáscara formada por la lema y la palea con sus partes asociadas, lemas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla situado cerca de la lema y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación (Manzo, 2005).

Cuando las espiguillas maduran, las glumas fértiles (lema y palea) presentan diferentes colores, según la variedad: color de paja, dorado, surcos dorados, con manchas oscuras o marrones, marrón amarillento rojizo ó púrpura (Manzo, 2005).

El arroz en la mayoría de las variedades las panículas terminales tienen espiguillas fértiles en los 2/3 superior y son estériles en el último tercio inferior (en la base de la panícula). Las espiguillas tienen glumillas adherentes (llamado arroz en cáscara o grano paddy). El fruto es un cariósipide de tamaño muy variable según variedades (Andrade, 2006).

2.1.1.3. Requerimientos edafoclimáticos

El desarrollo del cultivo de arroz depende en gran parte de las condiciones ambientales, tal es el caso que el macollamiento a más del plan de fertilización depende también de las características de la variedad, así como de las condiciones ambientales (Márquez, 2013)

- **Temperatura**

La temperatura es uno de los factores climáticos de mayor importancia para el crecimiento, desenvolvimiento y productividad del cultivo de arroz. Cada fase fenológica tiene su temperatura crítica, óptima, mínima y media. En general el cultivo exige temperaturas relativamente elevadas para la germinación y maduración, uniformemente creciente antes de la floración (EMBRAPA, 2008).

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima del 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7° C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días (Márquez, 2013).

- **Suelo**

La característica más importante que debe tener el suelo es su capacidad de absorción y retención de agua. También hay otras condiciones que deben conocerse, como las características físicas y químicas, capas duras, profundidad de la capa arable y en qué medida es erosionable (Tito, 2014).

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes (Andrade, 2006).

- **Luminosidad**

Las necesidades de radiación solar para el cultivo del arroz varían con los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación solar durante la fase vegetativa afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes, mientras que en la fase reproductiva existe una marcada disminución en el número de granos. Por otro lado, durante el período de llenado a maduración del grano, se reducen drásticamente los rendimientos por disminución en el porcentaje de granos llenos (Andrade & Hurtado, 2007).

- **pH**

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico (Andrade, 2006).

- **Precipitación**

El arroz se cultiva no solo en condiciones de inundación, sino también en zonas bajas con altas precipitaciones, zonas con láminas de agua profundas y en secano con condiciones regularmente drenadas. En estas circunstancias, el arroz puede estar sujeto a daños causados por la sumersión de la planta debido a la inundación de las tierras bajas, mientras que en las zonas altas la sequía puede presentarse muy frecuentemente (Manzo, 2005).

El desarrollo de las raíces de las plantas jóvenes es máximo cuando la humedad del suelo es un orden de 20%; durante el ciclo vegetativo el agua es particularmente indispensable, sobre todo cuando se está formando la panícula, especialmente al iniciarse la formación floral. El exceso de agua es causa también de graves daños que están en función de su importancia, especialmente del grado y duración del encharcamiento: elongación anormal de los limbos foliares, debilitamiento del color, detención o retraso del ahijamiento en cinco o siete días

en el momento de la formación de los primordios paniculares de la floración; también afecta al rendimiento (CIAT, 2005).

- **Vientos**

Los vientos juegan un papel muy importante durante la vida de la planta de arroz, se ha reportado que este factor con velocidad lenta, aumenta los rendimientos por la acción de la turbulencia en el medio de una comunidad de plantas, mejorando la polinización y fotosíntesis de éstas. Se ha logrado afirmar que la fotosíntesis es mayor con el aumento suave de la velocidad del viento, ya que el aumento en la turbulencia incrementa el suministro de gas carbónico, con velocidades mayores de 0.3 a 0.9 metros por segundo (Manzo, 2005).

2.1.2. Agricultura ecológica

La agricultura ecológica nace del respeto a las dinámicas naturales de los ecosistemas y de la preservación del equilibrio biológico. Garantiza una agricultura sana y alimentos saludables para hoy y para mañana, ya que protege el suelo, el agua y el clima, promoviendo la biodiversidad. No contamina el medio ambiente con agroquímicos ni con cultivos transgénicos (Greenpeace, 2015).

Las técnicas de agricultura ecológica constituyen el aspecto agronómico de la agroecología. Se aplican con el objetivo de conservar a largo plazo la fertilidad del suelo y de que el agricultor sea lo más autosuficiente posible, tanto en fertilizantes como en fitosanitarios (Gonzalvez, 2005).

Al contrario de la agricultura convencional, la agricultura ecológica trata de imitar, en lo posible, a la naturaleza. Una expresión de ello es el incremento de la biomasa para abono verde o el aporte de otros abonos orgánicos según principios ecológicos, desistiendo del uso de productos fitosanitarios químicos, marcando de esta manera una diferencia sustancial con la agricultura convencional. En esta agricultura es importante fomentar los microorganismos para mejorar la fertilidad del suelo, considerando la calidad y cantidad de los nutrientes, además de la organización interna de los procesos biológicos (Kolmans & Vásquez, 1999).

La alternativa más viable para la producción sana de alimentos, reducción de la contaminación ambiental y trato más justo con los seres vivos y/o recursos naturales que nos rodean son los sistemas de producción orgánica, fomentando y desarrollando una Agricultura Ecológica y más sostenible que los sistemas actuales que predominan (Gutierrez, 2009). Las tecnologías ecológicas consiguen sus objetivos productivos mediante la diversificación y la intensificación de las interacciones biológicas y procesos naturales beneficiosos que ocurren en los sistemas naturales. Al potenciar estos procesos beneficiosos en los sistemas de cultivo, se logra activar el sistema biológico de nutrición de las plantas y la regulación de los organismos que se pueden convertir en plagas, o enfermedades (Uvigo.es, 2010).

2.1.3. Manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas es una metodología que emplea todos los procedimientos aceptables desde el punto de vista económico, ecológico y toxicológico para mantener las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico, aprovechando, en su mayor medida posible, los factores naturales que limiten la propagación de dichos organismos (Cañedo, Alfaro, & Kroschel, 2011).

El objetivo superior del manejo integrado de plagas es incrementar al máximo los beneficios de los agricultores (rendimiento de las cosechas, comodidad, tiempo libre) manteniendo los costos al nivel más bajo posible y teniendo en cuenta los límites ecológicos y sociológicos de todo ecosistema, así como la conservación a largo plazo del medio ambiente. Este manejo supone un conocimiento exacto de la biología del organismo nocivo y su relación con el propósito de crecimiento de la planta (Díaz, 2014).

2.1.4. Chinche del vaneamiento (*Oebalus insularis*)

El daño causado por insectos plagas es uno de los factores que inciden en la producción de arroz. El comportamiento de los insectos plagas varía dependiendo de las condiciones climáticas, sistemas de cultivo, época de siembra, estado de desarrollo de la planta y de la variedad. La identificación de los insectos, lo mismo que el conocimiento de sus hábitos, del

daño que ocasionan a la planta, de la edad del cultivo en que atacan y de la época del año en que aparecen, permite un manejo y control eficiente de los insectos plagas para lograr un aumento en la producción del cultivo.

Entre los insectos que dañan la panícula, los chupadores son los más importantes. Los chinches de la espiga es el nombre dado a insectos de varias familias del orden Hemiptera. El género *Oebalus*, perteneciente a la familia Pentatomidae, es uno de los más importantes por el daño que causa al cultivo del arroz en Centroamérica. Estos pentatómidos reciben el nombre común de chinches hediondas por el olor desagradable que despiden. Varias especies de chinches pueden recolectarse a través de las zonas arroceras de América Latina. En Ecuador se encuentra a *Oebalus insularis* el cual es el causante del vaneamiento de granos en el cultivo de arroz (Vivas & Notz, 2009).

Oebalus insularis es un insecto polifitófago, alimentándose en gran parte de especies poáceas. Presenta una metamorfosis incompleta o heterometabolía pasando por los estados de desarrollo de Huevo-Ninfa-Adulto y son paurometábolos donde los estados Ninfa-Adulto comparten el hábitat y régimen alimenticio (Vivas & Notz, 2011).

Esta especie presenta un hábito gregario, el cual se magnifica al momento de efectuar las posturas de huevos, generando grandes masas de miles de huevos en pocos metros cuadrados. El aparato bucal es tipo picador succionador en forma de estilete de cuatro segmentos, formado en la parte externa por dos mandíbulas con ápices dentados, y en el interior formado por dos maxilas de extremos simples. Las maxilas tienen dos excavaciones o ranuras longitudinales en las caras internas que se tocan, formando dos canales paralelos, un canal superior a través del cual el alimento líquido es succionado hasta la faringe, y uno inferior por donde fluye la saliva. Las chinches tienen patas ambulatorias, las alas delanteras o primer par son del tipo hemiélitro y posterior o segundo par del tipo membranoso (Rampoldi, 2010).

2.1.4.1. Ciclo biológico

- **Huevo**

La duración de la etapa de huevo es variable con una media entre 5 a 14 días dependiendo de la temperatura. Son inicialmente de color verde claro, forma cilíndrica, ligeramente

redondeadas en la base, de una altura y diámetro de 0,7 y 0,5 mm respectivamente. Veinticuatro horas después de la oviposición, los huevos se vuelven amarillentos con dos ranuras longitudinales rojizas. Posteriormente, con el avance de los días de incubación se convierten en rojo-amarillo con dos manchas rojas laterales e inclinadas en la periferia, que se elevan desde la base hasta el polo superior y finalizan próximos a la eclosión de las ninfas en un color rojo intenso (Vivas, Notz, & Astudillo, 2010).

El huevo infértil no sufre cambio de color, y queda de color verde brillante o verde-amarillo. Las posturas se colocan en filas de a dos, escalonadas de forma que cada huevo queda tocando a otros dos (Vivas, Notz, & Astudillo, 2010).

Generalmente se encuentran en las hojas, y cuando la población es grande también se colocan en los tallos y panículas. Una hembra puede ovipositar entre 200 a 300 huevos aproximadamente (Rampoldi, 2010).

- **Ninfa**

Presenta 5 estadios ninfales, los cuales varían en el tiempo de muda según las condiciones ambientales de temperatura. En una temperatura media de 23,1 °C, la duración promedio es de 40,6 días (Rampoldi, 2010).

- **Ninfas primer estadio:** Al eclosionar son de color rojo claro, y después de unas horas se oscurecen. El cuerpo es de forma ovalada con la cabeza y tórax negro-brillante. Ojos rojo oscuro, ocelos ausentes. Las antenas son de color marrón oscuro, casi negro, con bandas más claras sobre los puntos de conexión. El abdomen es de color rojo cereza, con tres puntos negros alargados, claramente visibles. El color de las patas varía de marrón oscuro a negro. El tamaño es de 1,1 mm de largo y 0,8 mm de ancho (Ferreira et al., 2001). Este estadio dura aproximadamente 2,8 días (Greve, Fortes, & Grazia, 2003).
- **Ninfas segundo estadio:** Presentan una coloración negra, resultante del desarrollo de las manchas dorsales del abdomen. Las tres manchas abdominales longitudinales aumentan de tamaño y esto ayuda a tornar el color más oscuro. Su tamaño es de 1,7 mm de largo y 1 mm de ancho (Ferreira et al., 2001). El estadio dura 4,2 días aproximadamente (Greve, Fortes, & Grazia, 2003).

- **Ninfas tercer estadio:** En el tercer estadio, hay una ligera modificación del margen lateral del tórax que se presenta transparente, y el color del abdomen que varía del rojo al naranja moteado de color blanco. Su tamaño varía de 2,6 mm de largo y 1,6 mm de ancho (Ferreira et al., 2001). La duración del estadio es de 4,5 días (Greve, Fortes, & Grazia, 2003).
- **Ninfas cuarto estadio:** En el cuarto estado la coloración es variable. Algunas ninfas mantienen las características de las etapas anteriores. Cabeza y tórax de color negro brillante, con antenas de color marrón oscuro y bandas claras en los puntos de conexión y las patas de color negro brillante; abdomen rojo o naranja con pintas blancas. Mientras que otras presentan la cabeza de color amarillo y contorno frontal negro con dos manchas oscuras en la zona frontal y dos rayas negras longitudinales y paralelas, llegando a la mitad de la cabeza. Tórax verde con pintas oscuras, más oscuro en la parte central, abdomen verde claro salpicado de blanco. Los tres puntos negros claramente visibles observados en los estados anteriores, se presentan con el centro blanco y bandas rojas intercaladas. Las patas son de color amarillo salpicado de puntos negros y blancos. Ocelos presentes de color rojizo. Su tamaño varía de 3,4 mm de largo y 2,2 mm de ancho (Ferreira et al., 2001). La duración del estadio de 7,3 días (Greve, Fortes, & Grazia, 2003).
- **Ninfas quinto estadio:** Este estado se caracteriza porque el insecto presenta los esbozos alares en su máximo desarrollo, el cual determina la última muda juvenil. Su tamaño varía de 5,6 mm de largo y 3,4 mm de ancho (Ferreira et al., 2001). También al igual que el cuarto estadio, presentan diferentes coloraciones, pueden presentar antenas, cabeza, tórax y esbozos alares negros, abdomen rojizo con puntos blancos con las tres manchas dorsales negras; o con cabeza, tórax y esbozos alares amarillentos con los tres segmentos basales de las antenas claros, salpicados de negro y los dos apicales de color castaño-oscuro o negros. La duración del estadio es de 11,3 días (Greve, Fortes, & Grazia, 2003).
- **Adulto**

El tamaño de este insecto en estado adulto varía de 8,1 a 8,9 mm de largo por 4 a 4,2 mm de ancho (Chaves, Ferreira, & García, 2011). La coloración varía de marrón claro a marrón oscuro, presentando manchas amarillas características en el pronoto, escutelo y hemiélitros;

y se caracteriza por liberar un olor desagradable al ser capturado o molestado. Los adultos tienen una glándula odorífera situada en el metatórax con dos canales excretores terminando cada uno en un orificio (ostíolo) claramente visible al lado de las coxas traseras. La relación de sexo macho: hembra en los adultos es de 50,9: 48,9 (Greve, Fortes, & Grazia, 2003).

El tiempo necesario para iniciar una nueva generación se puede obtener mediante la suma de 16.1 días para llegar a madurez sexual, 11.2 días para el período de pre-oviposición, 9.5 días para la incubación de los huevos y 40,2 días para el período de ninfa, dando un total de 77.0 días (Chaves, Ferreira, & García, 2011).

Los machos presentan forma ovalada o en escudo, tamaño de 8.1 mm de largo y 4.1 mm de anchura; dorsalmente el color varía de marrón claro a oscuro; antenas de color marrón o marrón claro; presenta dos manchas amarillentas, largas, curvas, separadas en el centro y dirigido hacia fuera del pronoto, las cuales pueden no estar presentes; las expansiones laterales “espinas” del protórax son de menor tamaño que en las hembras; el escutelo presenta en el ápice una mancha amarilla, en cada extremo distal del hemiélitro hay un punto rectangular amarillo; en la zona ventral, el tórax puede ser de color marrón oscuro o claro, el abdomen de color marrón claro, con una franja longitudinal media más oscuro, las patas son de color marrón claro (Ferreira & Barrigossi, 2006).

Las hembras por su parte, presentan forma del cuerpo ovalada, más grande que el macho, midiendo 8.9 mm de largo y 4.2 mm de ancho; la coloración dorsal y de antenas similar al macho; las manchas del pronoto amarillas, redondeadas hacia afuera están bien visibles; las expansiones laterales del pronoto bien puntiagudas y hacia atrás en mayor medida que en el macho, en forma de espinas; escutelo con manchas iguales a las descritas para el macho; patas castaño amarillento con puntos negros, los cuales pueden no estar presentes; ventralmente color oscuro con las región de las coxas más claras; región abdominal castaño claro, con faja media longitudinal y dos laterales más oscuras (Ferreira, Barrigossi, & Vieira, 2001).

2.1.4.2. Daños causados por el chinche del vaneamiento

Los daños en el cultivo son causados durante todo su ciclo biológico, tanto la ninfa y el adulto pueden causar un gran daño en función de la densidad de población. Se destaca que los últimos estadios de ninfa y el adulto son los que mayores tasas de consumos tienen, y

por ende los que mayores pérdidas producen en el cultivo. El adulto y ninfa se alimentan en las espiguillas y raquis de panículas primarias y secundarias. El insecto utiliza sus largas piezas bucales para perforar y extraer los líquidos de espiguillas en desarrollo y raquis de las panojas (Chaves, Ferreira, & García, 2011).

Es característico observar el sitio de alimentación en el grano dañado que se manifiesta como puntos oscuros sobre el grano, causado por la proliferación de microorganismos luego de la perforación producida por el estilete del artrópodo al momento de alimentarse (Chaves, Ferreira, & García, 2011).

El daño en las espiguillas de arroz al comienzo de la etapa lechosa genera una interrupción en la continuidad del desarrollo normal de la semilla, y como resultado ocasiona un grano chuzo o directamente no hay grano. Si el daño lo producen en etapa de grano pastoso, no se pierde por completo ese grano, pero se observa un manchado y estructuralmente queda debilitado. Los granos originados a partir de espiguillas atacadas tienen menos poder germinativo y por ende se reduce el valor comercial. Por afectar el valor cualitativo y cuantitativo de arroz, *O. insularis* ha sido considerada como una de las principales plagas del cultivo (Ferreira & Barrigossi, 2006).

En los estudios realizados por Ferreira & Barrigossi (2006), en el cual evaluaron 10 genotipos de arroz, las pérdidas cualitativas fueron mayores que las pérdidas cuantitativas, además de actuar como vectores de hongos como *Helminthosporium oryzae*, *Nigrospora oryzae*, *Curvularia lunata*, *Fusarium spp.*, *Cladosporium spp.* y *Penicillium sp.*, causando manchas en las semillas, las cuales generan depreciación comercial. Por otro lado, granos estructuralmente debilitados pueden romperse durante el proceso de pulido y de ese modo reducir el porcentaje de granos enteros de arroz lo cual reduce su valor comercial. Los granos que se manchan y no se rompen durante el proceso de pulido tienen manchas, se ven castigados en el precio comercial (Rampoldi, 2010). Ferreira, Barrigossi, & Vieira (2001), reportaron que esta especie causó una pérdida total de 52,7 % sobre 10 genotipos de arroz cultivado, siendo 29,9% daños cuantitativos y 33% daños cualitativos.

Vecco y Jiménez (2004), en grano lechoso, registraron una disminución del rendimiento con respecto al testigo entre 17 y 36%, siendo el último valor correspondiente al nivel de 1 chinche/panoja; en grano ceroso, registraron una disminución del 5.5%; el umbral de daño económico (UDE) o umbral de acción (UA) para esta experiencia se localizó en 1

chinche/panoja y una pérdida del 36% del rendimiento hipotético. Por otra parte, Ferreira & Barrigossi, (2006) reportaron que el estado de grano lechoso y pastoso es el más crítico para el ataque de este insecto, produciendo pérdidas que pueden llegar al 80 %. Cada ninfa de tercer estadio y cada adulto, de permanecer 24 horas en panojas, pueden dañar un promedio de 2,6 espiguillas en la etapa lechosa, 1,5 espiguillas en la etapa de grano pastoso y 0,8 espiguillas en grano maduro.

2.1.5. Microorganismos eficientes en la agricultura

La Tecnología de los Microorganismos Eficientes (ME), fue desarrollada por Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. A comienzos de los años sesenta, el Profesor Higa comenzó la búsqueda de una alternativa que reemplazara los fertilizantes y plaguicidas sintéticos y en los últimos años ha incursionado en su uso en procesos de compostaje, tratamiento de aguas residuales, ganadería y para el uso en la limpieza del hogar (Arias, 2010).

Estudiando las funciones individuales de diferentes microorganismos, Higa encontró que el éxito de su efecto potenciador estaba en su mezcla; por esto se dice que los ME trabajan en sinergia, ya que la suma de los tres tiene mayor efecto que cada uno por separado. Los ME están compuestos por bacterias fotosintéticas o fototrópicas (*Rhodospseudomonas spp*), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*) y levaduras (*Saccharomyces spp*) (Calderón, Forero, & Suárez, 2012).

Los microorganismos eficientes son una cultura mixta de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas, productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetes y hongos fermentadores) que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud de los suelos, lo que a su vez aumenta el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos (Arias, 2010).

Los microorganismos existen en todos los ecosistemas, y los microorganismos eficientes, (mezclas de bacterias y levaduras) puede ser una alternativa a productores que apuestan a una producción más ecológica de cultivar alimentos (Calderón, Forero, & Suárez, 2012).

La utilidad 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 y es bien aceptado en toda clase de unidades productivas, ya sean agrícolas, pecuarias o ambientales (Fernández, 2013).

Los microorganismos eficientes son descritos como los inoculantes microbianos, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos (Núñez *et al.*, 2017). Además, Arismendi (2010) reporta un mayor peso de la cabeza en el cultivo de la lechuga, variedad Great Lakes 659, con la aplicación de microorganismos eficientes y que el uso de microorganismos aplicados como alternativa en el desarrollo de los cultivos, podría ser una estrategia válida para alcanzar condiciones de suficiencia nutricional, mientras se implementan esquemas de fertilización que permitan aumentar la disponibilidad de estos nutrientes en los suelos.

Los “ME patentados” traídos de Japón, han entrado como fórmula mágica para la agricultura y otras tareas. Sin embargo, el tema no ha sido evaluado en cuanto a sus impactos o supuestos beneficios. El rol del estado debería al menos ser el dudar sobre un tema sobre el que tan poco se sabe, y que además entró como “La” solución a problemas de contaminación y ayuda a la producción agrícola, con los más necesitados, por lo tanto con los más vulnerables (Arismendi, 2010).

Los usuarios de los microorganismos eficientes en la agricultura y en otras actividades han recurrido a una sustitución de insumos y de esta manera los ME se han convertido en una tecnología “ineficiente”, en vez de “eficiente”, ya que no los libera del mercado, sino que, por el contrario, los vuelve más dependientes del mismo. Como resultado de esta nueva tecnología, la industria gana nuevamente, y el agricultor depende de un nuevo producto (Calderón, Forero, & Suárez, 2012).

En la agricultura, el uso de los microorganismos está enfocado al mejoramiento de la calidad del suelo, posibilitando tener una microflora equilibrada con la mayoría de microorganismos benéficos y, como consecuencia, las plantas al tener un ambiente propicio podrán incrementar la resistencia a enfermedades e inclusive mejorar el rendimiento y calidad de los productos resultantes del cultivo, lo que encierra que tengan una mejor apariencia, valor nutricional, sabor, o una vida más larga (Martínez & García, 2012).

Ramírez (2009), plantea que los diferentes tipos de microorganismos en el EM toman sustancias generadas por otros organismos, se basa en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por estos microorganismos para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas (Moya, 2012).

Cuando los Microorganismos Eficientes incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriquecen la microflora, balancean los ecosistemas microbiales y suprimen microorganismos patógenos (Luna & Mesa, 2016).

Según Moya (2012), algunos de los efectos benéficos de la aplicación de los EM son:

- Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
- Mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos y suprime los patógenos que promueven enfermedades.
- Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
- Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.
- Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.
- Reduce los malos olores y por lo tanto disminuye la utilización de desinfectantes.
- Disminuye el consumo de agua de lavado, implementando el manejo de camas secas para colectar excretas.
- Ayuda al aprovechamiento eficiente de desechos animales.
- Mejora la calidad y aumenta la rapidez en la elaboración del abono.

- Reincorpora aguas residuales como aguas de riego.
- Mejora la calidad de los productos animales.
- Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evita la descomposición de la materia orgánica por oxidación, en la que se generan gases sulfurosos y amoniacales.
- Reduce la producción de lodos en sistemas de tratamientos convencionales.

Núñez (2017), estudió la respuesta de *Daucus carota* L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico (M.E.), estudiando cuatro tratamientos (Control, Aplicación del biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) en dosis de 4, 8 y 10 ml/m², asperjado a los 20, 40 y 60 días, respectivamente).

Los resultados obtenidos por los mencionados autores, sugieren que el biopreparado a base de microorganismos nativos (ME) ejerce un efecto positivo en el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la zanahoria, destacando la dosis de 10 ml/m² como la más efectiva con un incremento de 0.72 Kg/m². Se incrementó en un valor máximo de 3.35 mg/ml el contenido de carbohidratos, en 17.6 Kg/m² los azúcares reductores y en 8.05 Kg/m² las proteínas solubles totales con la aplicación del producto aplicado.

En el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) Terry, Leyva & Hernández (2010), aplicaron microorganismos eficientes como biofertilizante para evaluar la efectividad agro biológica de *Azospirillum* sp. en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de dicho cultivo, donde los resultados demostraron que los géneros *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus* y *Streptomyces*, forman parte de la comunidad microbiana de la rizósfera del tomate, y que *Azospirillum* es el género dominante. Aclara el autor que con la inoculación artificial de este microorganismo se logra un incremento del 11% del rendimiento respecto al testigo.

La dosis más efectiva de los EM en el rendimiento del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* híbrido Atar Ha-435) fueron evaluadas por Peñafiel & Donoso (2012), y no obtuvieron diferencia estadística entre los tratamientos aplicados y el testigo en cuanto al rendimiento,

aunque demostraron la influencia de los EM sobre la precocidad de la cosecha, el número de flores por planta e inicio del ataque de Mildiu vellosa.

El estudio de la tecnología EM en la producción de abono orgánico a partir de estiércol de aves de jaula desarrollado por Uribe *et al* (2010), ha permitido el conocimiento de una aceleración en el proceso de estabilización del compost con la aplicación de esta tecnología. Las pruebas físico-químicas realizadas al final revelaron mayores valores de Nitrógeno y Potasio para la mezcla de gallinaza con los EM. Los valores en la relación Carbono/Nitrógeno y en la capacidad de intercambio catiónico, han sido adecuados para este tipo de compostaje en los tratamientos aplicados.

Durante la evaluación de microorganismos eficientes autóctonos. realizada por Toalombo (2012) fueron identificados tres géneros: Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus plantarum*), y bacterias fototróficas/fotosintéticas (*Rhodospseudomonas sphaeroides*). Aplicados en diferentes dosis y frecuencias en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.), pudo concluir en base al rendimiento Kg/ha que el tratamiento con 3 cm³ de EM + 3 de melaza/1 litro de agua, cada 14 días, logró el mejor peso promedio 29 120,00 Kg/ha, ubicándolo en el primer lugar. El testigo se ubicó en el décimo y último lugar con un peso promedio de 17 227.64 Kg/ha. (Toalombo, 2012).

Un estudio realizado por Santillán, Recalde & Echeverría (2012), sobre la descomposición de materia orgánica con Microorganismos Eficientes magnetizados, se obtiene como resultado del análisis realizado en el laboratorio y en el campo que la aplicación de campos magnéticos a los EM en procesos de descomposición resulta positiva. La aplicación en diferentes dosis de los mismos sobre la materia orgánica, contribuye a la aceleración del proceso de compostaje. La mejor dosis de campos magnéticos sobre los EM ha sido mostrada en la dilución 10⁻², con un valor de 0.74 Gauss.

Al estudiar el efecto de microorganismos aplicados por fertirriego, en la disponibilidad de fósforo (P) en dos sistemas de cultivo de banano (*Musa paradisiaca* L.), en la zona bananera Magdalena. Pérez (2010), logra las mayores disponibilidades con 45 l/ha en la finca orgánica y en la finca de manejo convencional con 15 l/ha. A nivel foliar no se obtiene diferencias significativas, en cuanto a los contenidos de P, en las dos fincas, después de la aplicación de microorganismos solubilizadores de fósforo.

El efecto de los microorganismos eficientes y *Trichoderma sp.* sobre la incidencia de *Fusarium sp.* y *Sclerotium rolfsii* estudiado por Flores, López & Villanueva (2012), en una siembra experimental de pimiento (*Capsicum annum L.*) se obtiene como resultado que, con su aplicación hubo menor incidencia de los patógenos *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium sp.*, en 5 y 6% respectivamente. En el tratamiento a base de abono químico, la incidencia de los patógenos resulta igual al testigo, y llegan a ser mayor al 20%.

En el arroz (*Oriza sativa L.*) en un estudio del efecto de ME-50 sobre los niveles de larvas de Picudito acuático (*Lissorostus brevisrostris*), Milian (2015), observa que la parcela testigo presenta a los 21 días, un índice de infestación de 0.51 larvas/plantón, mientras en el tratamiento con ME-50, este índice fue de 0.03 larvas/plantón. En cuanto al rendimiento agrícola y sus componentes, la parcela tratada con ME-50 (en dosis de 7 l/ha y tres aplicaciones a los 15, 25 y 35 días posteriores al trasplante), se diferencia significativamente del testigo, con 46.7 panículas por metro cuadrado, 19.8 granos llenos por panícula y un rendimiento superior a éste en 0.80 t. ha⁻¹, lo que pone de manifiesto la efectividad del biopreparados.

2.1.5.1. Principales microorganismos EM

- **Bacterias ácido lácticas**

Estas bacterias (*Lactobacillus spp.*) producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras (Ecologic Maintenance, 2012). El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso (Organic Nature México, 2013).

Diversos documentos señalan que el ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte, que suprime microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de materiales como la lignina y la celulosa, fermentándolos, removiendo efectos no deseables de la materia orgánica no descompuesta. Este compuesto a su vez, transforma esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso. Por eso, algunas comidas y bebidas como el yogur y

encurtidos son hechas con bacterias ácido lácticas desde tiempos remotos (Luna & Mesa, 2016).

Las bacterias ácido lácticas, tienen la habilidad de suprimir enfermedades, incluyendo microorganismos como *Fusarium*, que aparecen en cultivos continuos y en circunstancias normales, debilitan las plantas, exponen a enfermedades y a poblaciones grandes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reduce las poblaciones de nemátodos, controla la propagación, dispersión de *Fusarium*; gracias a ello, induce un mejor ambiente para el crecimiento de los cultivos (Ecologic Maintenances , 2012).

- **Bacterias Fototróficas**

Son bacterias autótrofas (*Rhodospseudomonas spp.*) que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros Microorganismos Eficaces. Por ejemplo, en la rizósfera las micorrizas vesiculo-arbusculares (VA) se incrementan gracias a la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos), que son secretados por las bacterias fototróficas. Las micorrizas en respuesta, incrementan la solubilidad de fosfatos en el suelo y por ello brindan fósforo que no era disponible a las plantas. Las micorrizas VA también pueden coexistir con *Azotobácter* y *Rhizobium*, e incrementar la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno de la atmósfera (Ecologic Maintenances , 2012).

- **Levaduras**

Las levaduras son hongos unicelulares que representan un puente biológico entre las bacterias y los organismos superiores, manteniendo las ventajas de los microorganismos en cuanto a su fácil manipulación y crecimiento rápido (Valdivieso, 2013).

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras útiles, requeridas por las plantas para su crecimiento a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de plantas (Luna & Mesa, 2016).

Las sustancias bioactivas como las hormonas y las enzimas producidas por las levaduras, promueven la división activa celular y radical. Estas secreciones también son sustratos útiles para el EM como las bacterias ácido lácticas y actinomicetos (Serrano, 2009).

Valdivieso (2013), refiere que *Saccharomyces cerevisiae*, es quizás, la levadura más importante para la humanidad, ya sea por su utilización desde hace miles de años en la producción de pan y bebidas alcohólicas por fermentación, o por ser uno de los organismos eucarióticos modelos más intensamente estudiados a nivel de su biología celular y molecular.

- **Actinomicetos**

Los actinomicetos son una estructura intermedia entre bacterias y hongos, que pueden coexistir con las bacterias fotosintéticas y producen sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y la materia orgánica secretados por éstas. Ambas especies (actinomicetos y bacterias fotosintéticas), mejoran la calidad de los suelos desarrollados, al incrementar su actividad antimicrobiana (Luna & Mesa, 2016). Los actinomicetos controlan hongos y bacterias patogénicas y también aumentan la resistencia de las plantas, mediante un mecanismo de producción de antibióticos que provocan inhibición de patógenos del suelo y benefician el crecimiento y la actividad de *Azotobacter* y de las micorrizas (Coutinho, 2011).

- **Hongos de fermentación**

Los hongos de fermentación como *Aspergillus* y *Penicillium*, actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, ésteres y sustancias antimicrobianas, lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y larvas de moscas (Luna & Mesa, 2016).

Al referirse al papel que tienen estos hongos en el EM, Ibáñez (2011), explica que aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica lo que facilita su obtención para la nutrición de las plantas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en terrenos de la Finca Experimental “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas 1°05'09.4" latitud de Sur y 79°29'52.6" longitud Oeste.

3.2. Características agroclimáticas

El suelo es de topografía irregular con poca pendiente, textura franca – arcillosa, con pH de 5.5-7.5 y drenaje regular. La zona posee un clima tropical húmedo, con temperatura media anual de 24.8 °C, precipitación promedio de 2252.5 mm/año, heliofanía de 894 horas/año y humedad relativa de 84 %.

3.3. Tipo de investigación

Se realizó una investigación de tipo experimental en la cual se manejaron tratamientos para medir su efecto en diferentes aspectos agronómicos y productivos del cultivo de arroz, mediante el registro de datos en campo de acuerdo a los objetivos planteados.

3.4. Métodos de investigación

Los métodos utilizados en la presente investigación fueron: inductivo, deductivo y analítico. El método inductivo se utilizó para el establecimiento de las variables de respuesta, mientras que el método deductivo se aplicó para identificar el efecto específico de los tratamientos en estudio para el control de chinches en el cultivo de arroz en la zona de estudio. Finalmente, el método analítico fue la base para el análisis de datos y la generación de resultados.

3.5. Fuentes de recopilación de la información

La recopilación de información se la hizo mediante la observación directa del experimento a través de la evaluación de las diferentes variables de respuesta (fuentes primarias), y

también se obtuvo información proveniente de libros, revistas, publicaciones, boletines divulgativos, manuales técnicos y documentos en línea (fuentes secundarias).

3.6. Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se realizó utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos en cuatro repeticiones. Todas las variables en estudio se sometieron al análisis de varianza y para la comparación de medias de los tratamientos se usó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. El correspondiente análisis estadístico se lo efectuó en Infostat.

El esquema del análisis de varianza se presenta en la Tabla 1:

Tabla 1. Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones ($r - 1$)	3
Tratamientos ($t - 1$)	4
error ($r - 1$)* ($t - 1$)	12
Total ($r*t - 1$)	19

3.6.1. Especificaciones del experimento

Dimensión de las parcelas:	3.9 x 2.7 m
Dimensión del ensayo:	20.1 x 19.5 m
Distancia entre plantas:	0.3 m
Distancia entre hileras:	0.3 m
Distancia entre tratamientos:	1.5 m
Distancias entre repeticiones:	1.5 m
Longitud de las repeticiones:	19.5 m
Número de tratamientos:	5
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	20
Número de hileras por parcela:	9
Número de plantas por hileras:	13

Número de plantas por parcela:	117
Número de plantas útiles por parcela:	77
Área de las parcelas:	10.53 m ²
Área total del ensayo:	391.95 m ²
Total de plantas en el ensayo:	2340
Total de plantas útiles en el ensayo:	1540

3.7. Instrumentos de investigación

3.7.1. Material genético

Como material genético se utilizó la variedad de arroz INIAP-14, cuyas características agronómicas que presentan en la Tabla 2:

Tabla 2. Características agronómicas de la variedad de arroz INIAP 14

Rendimiento (riego, transplante) ^{1/}	64 a 100 sacas
Rendimiento (secano, siembra directa) ^{1/}	63 a 68 sacas
Ciclo vegetativo (riego, transplante)	115 a 127 días
Ciclo vegetativo (secano, siembra directa)	110 a 117 días
Altura de planta (riego, transplante)	81 a 100 cm
Altura de planta (secano, siembra directa)	99 a 107 cm
Número de panículas por planta (riego, transplante)	14 a 38
Longitud de grano ^{2/}	7.1 mm (L)
Ancho de grano	2.2 mm
Granos llenos por panícula	89.0 %
Longitud de panícula	23.0 cm
Peso de 1000 granos	26 g
Grano entero al pilar	62.0 %
Resistencia a hoja blanca	Moderada
Resistencia a <i>Pyricularia grisea</i>	Resistente
Resistencia a <i>Tagosodes oryzae</i>	Resistente
Acame de plantas ^{3/}	Resistente

^{1/} Rendimiento de arroz en cáscara al 14% de humedad

^{2/} Grano largo (L): 6.6 a 7.5 mm

^{3/} Cosecha en época oportuna y el adecuado manejo del cultivo evitan acame

Fuente: INIAP-Bolicho (2001)

3.7.2. Tratamientos estudiados

Se estudiaron cinco tratamientos: tres conformados por las dosis de microorganismos eficientes, un testigo absoluto (sin aplicación de control para chinches) y un testigo químico constituido por la aplicación de Clorpirifos, tal como se muestra a continuación:

T₁: Testigo

T₂: 20 l/ha de EM

T₃: 40 l/ha de EM

T₄: 60 l/ha de EM

T₅: 1 l/ha de Clorpirifos

3.7.3. Manejo del ensayo

3.7.3.1. Delimitación y balizado del terreno

Para la delimitación del terreno, así como el balizado se utilizaron latillas de caña de 0.8 m, siguiendo las dimensiones tanto del ensayo como de las subparcelas establecidas para el mismo.

3.7.3.2. Limpieza y preparación del terreno

El terreno se limpió con un pase de rastra, para luego extraer los restos de cultivos anteriores con la ayuda de un rastrillo, y a la vez se dejó el terreno suelto para el establecimiento del cultivo de arroz.

3.7.3.3. Siembra

Se efectuó una siembra manual, utilizando espeques, siguiendo el distanciamiento de siembra de 30 cm entre plantas y 30 cm entre hileras, por cada subparcela se sembraron 9 hileras de 13 plantas.

3.7.3.4. Fertilización

Se realizó una sola fertilización edáfica a los 35 días después de siembra con 100 Kg de urea.

3.7.3.5. Control de malezas

Se efectuaron dos controles de malezas a los 20 y 45 días de forma manual utilizando machete.

3.7.3.6. Reproducción de los microorganismos eficientes (E.M.)

Para la reproducción de los microorganismos eficientes (E.M.) se utilizaron los siguientes materiales:

- Un tanque de 50 litros que posea tapa hermética.
- 1 saco de sustrato de montaña.
- 23 Kg harina o afrecho de trigo, maíz, haba, arroz (molido)
- 2 galones de agua
- 1 galón de melaza o miel de abejas.
- 2 litros de leche de vaca.
- Saco o bolsa de nylón

En un piso limpio de cemento o plástico se mezcló bien tierra extraída del bosque con microorganismos de montaña y el arroz molido que se utilizó como sustrato. Luego se añadió la melaza removiendo constantemente y finalmente se añadió la leche cruda, y solo un mínimo de agua libre de cloro (2 galones) y se continuó removiendo hasta que se llegó al punto de prueba de puño.

Se tomó con la mano una porción de la mezcla y se apretó con el puño que al abrirlo si el montón se desmoronaba significaba estaba muy seco, si se escurría agua estaba muy

húmedo, si se sentía la humedad y al abrir el puño mantenía su forma significaba que estaba en el óptimo de humedad y listo para utilizarlo.

Una vez determinado que estuvo listo, se colocó dentro del recipiente la bolsa de nylon negra de forma que quede parte de ella fuera de los bordes del recipiente y se añadió la mezcla preparada en el apisonando bien hasta llenarlo. La finalidad de apisonar la mezcla es sacar todo el aire del recipiente, lo que permitió crear las condiciones de anaerobiosis para la reproducción de los microorganismos eficientes (reproducción anaeróbica).

Finalmente se cerró herméticamente el nylon con cinta adhesiva, sin dejar posibilidad de oxígeno en la parte superior, luego se cerró herméticamente el recipiente y se dejó fermentar bajo sombra, y se mantuvo por 20 días para lograr proceso de fermentación láctica.

3.7.3.7. Preparación de los microorganismos eficientes (E.M.)

Para la preparación de los microorganismos eficientes en líquido se utilizó: 10 Kg de E.M. sólido, 1 tanque de 200 litros, 1 litro de leche cruda y canecas plásticas. Se tomaron 10 Kg de microorganismos eficientes sólidos, y se depositaron en un tanque de 200 litros. Luego se añadió el litro de leche cruda y se rellenó el tanque hasta 200 litros.

Se dejó herméticamente cerrado por 4 días. Finalmente, se depositó el contenido en pomos plásticos quedando listo para su aplicación (Ramírez, 2009).

3.7.3.8. Control de plagas y enfermedades

Para el control de insectos se aplicaron los tratamientos en estudio en las dosis establecidas para cada uno a los 85 días de edad de edad del cultivo. No se aplicó ningún tratamiento para el control de enfermedades.

3.7.3.9. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual utilizando una hoz, a los 130 días después de la siembra, una vez que se observó que el cultivo alcanzó su madurez comercial.

3.7.4. Variables registradas y metodología de evaluación

3.7.4.1. Altura de plantas a los 55 días (cm)

La altura de plantas se evaluó midiendo desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más alta excluyendo las aristas, tomando 10 plantas dentro de la parcela útil, para posteriormente promediar y expresar la medida en centímetros.

3.7.4.2. Número de días a la floración

Se registró el tiempo transcurrido en días, desde el momento de la siembra hasta el día en que se apreció más del 50% de las plantas por parcela con presencia de floración.

3.7.4.3. Número de chinches antes y después de la aplicación de los tratamientos

En cada subparcela se contabilizó el número de especímenes de chinches tanto antes como después de los tratamientos, considerando todas las plantas de cada unidad experimental.

3.7.4.4. Número de chinches controlados

Se determinó el número de chinches controlados, hallando la diferencia entre el número de especímenes antes de los tratamientos y el número de chinches después de los tratamientos.

3.7.4.5. Total de granos, número de granos sanos, vanos y manchados por espiga

Se tomaron 10 espigas en 10 plantas tomadas al azar, en las cuales se contabilizó el número total de granos, para luego clasificarlos en granos sanos, vanos y manchados. Posteriormente se obtuvo el promedio por cada unidad experimental.

3.7.4.6. Peso de 1000 granos (g)

Por cada tratamiento se seleccionaron aleatoriamente 1000 granos, los cuales se pesaron en una balanza digital, calibrada en gramos.

3.7.4.7. Rendimiento (Kg/ha)

Con el rendimiento obtenido por cada unidad experimental, se calculó el rendimiento por hectárea por medio de regla de tres.

3.7.4.8. Análisis económico

Los tratamientos estudiados se analizaron económicamente en función del nivel de rendimiento de grano en Kg/ha y el costo de los tratamientos. La relación beneficio/costo se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$B/C = \text{Ingreso Bruto} / \text{Costo total de producción}$$

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

Para la presente investigación se contó con la participación del Ing. Luis Llerena Ramos en calidad de Director de Proyecto de Investigación, quien aportó con diferentes sugerencias y lineamientos a lo largo del trabajo de campo, así como en la redacción del presente documento. Además, se contó con operarios de campo quienes ayudaron en la ejecución de las diferentes labores en el cultivo.

3.8.2. Recursos materiales

Los materiales y/o equipos utilizados en la investigación se presentan en la Tabla 3:

Tabla 3. Materiales y/o equipos utilizados en la investigación

Materiales/equipos	Cantidad
Aspersora de mochila	1
Baldes	2
Canecas de 20 l	4
Cinta métrica	1
Computador	1
Cuaderno	1
Fundas plásticas	8
Hojas de papel bond 75 g	500
Hoz	1
Impresora	1
Lápiz	1
Latillas	80
Letreros	20
Machete	1
Marcadores	1
Pendrive	1
Rastrillo	1
Sacos	6
Tablero	1
Tanque de 200 litros	1

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Altura de plantas a los 55 días (cm)

En la Tabla 4 se presentan los promedios correspondientes a la altura de plantas a los 55 días de edad del cultivo de arroz, variable que su respectivo análisis de varianza reflejó que los tratamientos en estudio alcanzaron alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 7.0 %.

Con la aplicación de 20 l/ha se registró la mayor altura de plantas a los 55 días con 59.8 cm, en igualdad estadística con los demás tratamientos que presentaron valores que oscilaron entre 54.2 y 59.5 cm, superiores estadísticamente al testigo que registró plantas con altura promedio de 44.1 cm.

Tabla 4. Altura de plantas a los 55 días en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Altura de plantas (cm)*
T ₁ : Testigo	44.1 b
T ₂ : 20 l/ha de ME	59.8 a
T ₃ : 40 l/ha de ME	54.2 a
T ₄ : 60 l/ha de ME	58.6 a
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	59.5 a
Promedio	55.2
Coefficiente de variación (%)	7.0

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.2. Número de días a la floración

Los promedios correspondientes al número de días a la floración se presentan en la Tabla 5. El análisis de varianza determinó que los tratamientos registraron alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 2.0 %.

El mayor número de días a la floración se apreció en el testigo con 57.9 días, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron promedios entre 54.3 y 54.5 días a la floración.

Tabla 5. Número de días a la floración en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Número de días a la floración*
T ₁ : Testigo	57.9 a
T ₂ : 20 l/ha de ME	54.5 b
T ₃ : 40 l/ha de ME	54.3 b
T ₄ : 60 l/ha de ME	54.3 b
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	54.5 b
Promedio	55.1
Coefficiente de variación (%)	2.0

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.3. Número de chinches antes de la aplicación de los tratamientos

Los promedios del número de chinches antes de la aplicación de los tratamientos se presentan en la Tabla 6. Según el análisis de varianza, los tratamientos en estudio registraron alta significancia estadística con un coeficiente de variación de 40.5%.

En las parcelas destinadas a aplicar 60 l/ha de microorganismos eficientes (M.E.) se presentó el mayor número de chinches antes de la aplicación de los tratamientos con 24.8 especímenes, estadísticamente igual al tratamiento con Clorpirifos con 13.3 chinches, estadísticamente superiores a los demás tratamientos en los que se registraron entre 5.3 y 11.5 chinches.

Tabla 6. Número de chinches antes de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Número de chinches*
T ₁ : Testigo	5.3 b
T ₂ : 20 l/ha de ME	11.5 b
T ₃ : 40 l/ha de ME	11.1 b
T ₄ : 60 l/ha de ME	24.8 a
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	13.3 ab
Promedio	13.2
Coefficiente de variación (%)	40.5

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.4. Número de chinches después de la aplicación de los tratamientos

En la Tabla 7, se muestran los promedios del número de chinches después de la aplicación de los tratamientos. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, siendo 42.0% su respectivo coeficiente de variación.

En el testigo se observó el mayor número de chinches después de la aplicación de los tratamientos con 13.3 chinches, superior estadísticamente a los demás tratamientos que registraron entre 1.8 y 7.5 chinches.

Tabla 7. Número de chinches después de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Número de chinches*
T ₁ : Testigo	13.3 a
T ₂ : 20 l/ha de ME	3.0 bc
T ₃ : 40 l/ha de ME	1.8 c
T ₄ : 60 l/ha de ME	7.5 b
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	2.0 c
Promedio	5.5
Coefficiente de variación (%)	42.0

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.5. Número de chinches controlados

Los promedios correspondientes al número de chinches controlados se presentan en la Tabla 8, cuyo análisis de varianza reflejó alta significancia estadística para los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variación de 62.0%.

Con la aplicación de 60 l/ha de microorganismos eficientes se controló un mayor número de chinches con 17.3 especímenes, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos de microorganismos eficientes y Clorpirifos que registraron valores entre 8.5 y 11.3 chinches controlados, superiores estadísticamente al testigo que registró un promedio de -8.0, lo que se traduce en el aumento de 8 chinches.

Tabla 8. Número de chinches controlados en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Número de chinches controlados
T ₁ : Testigo	-8.0 b
T ₂ : 20 l/ha de ME	8.5 a
T ₃ : 40 l/ha de ME	9.3 a
T ₄ : 60 l/ha de ME	17.3 a
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	11.3 a
Promedio	7.7
Coefficiente de variación (%)	62.0

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.6. Número de granos por espiga

En la Tabla 9 se presentan los promedios correspondientes al número de granos por espiga. Según el análisis de varianza, los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 3.8 %.

La aplicación de Clorpirifos permitió obtener mayor número de granos por espiga con 124.8 granos, sin diferir estadísticamente de la aplicación de 60 y 40 l/ha con promedios de 120.2 y 116.4 granos por espiga respectivamente, estadísticamente superiores a los dos tratamientos restantes que registraron valores entre 110.2 granos por espiga, cada uno.

Tabla 9. Número de granos por espiga en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Número de granos por espiga*	
T ₁ : Testigo	110.2	b
T ₂ : 20 l/ha de ME	110.2	b
T ₃ : 40 l/ha de ME	116.5	ab
T ₄ : 60 l/ha de ME	120.2	a
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	124.8	a
Promedio	116.4	
Coefficiente de variación (%)	3.8	

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.7. Número de granos sanos por espiga

Los promedios correspondientes al número de granos sanos por espiga se presentan en la Tabla 10. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos en estudio alcanzaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 4.2 %.

El mayor número de granos sanos por espiga se registró con Clorpirifos con 108.5 granos sanos, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron promedios entre 71.4 y 94.2 granos sanos por espiga.

Tabla 10. Número de granos sanos por espiga en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Número de granos sanos por espiga*	
T ₁ : Testigo	71.4	d
T ₂ : 20 l/ha de ME	81.8	c
T ₃ : 40 l/ha de ME	92.4	b
T ₄ : 60 l/ha de ME	87.6	bc
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	108.5	a
Promedio	88.7	
Coefficiente de variación (%)	4.2	

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.8. Número de granos vanos por espiga

En la Tabla 11 se presentan los promedios del número de granos vanos por espiga, cuyo respectivo análisis de varianza, demostró alta significancia estadística para los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variación de 12.1 %.

En el testigo absoluto se registró el mayor número de granos vanos por espiga con 19.3 granos vanos, estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios que oscilaron entre 8.2 y 14.3 granos vanos por espiga.

Tabla 11. Número de granos vanos por espiga en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Número de granos vanos por espiga*	
T ₁ : Testigo	19.3	a
T ₂ : 20 l/ha de ME	13.3	bc
T ₃ : 40 l/ha de ME	10.6	cd
T ₄ : 60 l/ha de ME	14.3	b
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	8.2	d
Promedio	13.1	
Coefficiente de variación (%)	12.1	

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.9. Número de granos manchados por espiga

Los promedios correspondientes al número de granos manchados por espiga se presentan en la Tabla 12. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos en estudio alcanzaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 7.7 %.

El mayor número de granos manchados por espiga se registró en el testigo absoluto con 19.4 granos manchados, en igualdad estadística con la aplicación de 60 l/ha de microorganismos eficientes (M.E.) con 18.3 granos manchados, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que presentaron valores entre 8.1 y 15.1 granos manchados por espiga.

Tabla 12. Número de granos manchados por espiga en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Número de granos manchados por espiga*
T ₁ : Testigo	19.4 a
T ₂ : 20 l/ha de ME	15.1 b
T ₃ : 40 l/ha de ME	11.7 c
T ₄ : 60 l/ha de ME	18.3 a
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	8.1 d
Promedio	14.5
Coefficiente de variación (%)	7.7

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.10. Peso de 1000 granos (g)

En la Tabla 13, se presentan los promedios correspondientes al peso de 1000 granos de arroz (g). El análisis de varianza determinó la ausencia de significancia estadística para los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variación de 4.4 %.

El mayor peso de 1000 granos correspondió a la aplicación de 40 l/ha con 35.5 g, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos que registraron promedios entre 32.9 y 34.0 g de peso de 1000 granos.

Tabla 13. Peso de 1000 granos (g) en el cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Peso de 1000 granos (g)*
T ₁ : Testigo	32.9 a
T ₂ : 20 l/ha de ME	34.0 a
T ₃ : 40 l/ha de ME	35.5 a
T ₄ : 60 l/ha de ME	33.8 a
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	34.0 a
Promedio	34.0
Coefficiente de variación (%)	4.4

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.11. Rendimiento (Kg/ha)

En la Tabla 14 se presentan los promedios del rendimiento del cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.). El análisis de varianza demostró la existencia de alta significancia estadística para los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variación de 2.7 %.

El mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación de Clorpirifos con 4614.6 Kg/ha, sin diferir estadísticamente de 40 l/ha de microorganismos eficientes con 4375.0 Kg/ha, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que registraron promedios entre 3463.5 y 4018.2 Kg/ha.

Tabla 14. Rendimiento del cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)*
T ₁ : Testigo	3463.54 c
T ₂ : 20 l/ha de ME	3841.15 b
T ₃ : 40 l/ha de ME	4375.00 a
T ₄ : 60 l/ha de ME	4018.23 b
T ₅ : 1 l/ha de Clorpirifos	4614.58 a
Promedio	4062.5
Coefficiente de variación (%)	2.7

* Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.12. Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos en estudio se presenta en la Tabla 15. El tratamiento conformado por la aplicación de Clorpirifos que registró el mayor rendimiento con 4614.6 Kg/ha, generó la mayor rentabilidad con 71.07%, con un ingreso bruto de \$ 1153.65, a un costo de tratamiento de \$ 29.00, costo variable de \$ 138.44 con un costo total de producción de \$ 670.44, produciendo un ingreso neto de \$ 483.21. Los demás tratamientos registraron entre un 42.67 y 63.19% de rentabilidad.

Tabla 15. Análisis económico del rendimiento del cultivo de arroz con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes (M.E.) en la zona de Mocache

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Costo variable (\$)	Costo del tratamiento (\$)	Costo de producción (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad (%)
T₁: Testigo	3463.5	865.88	103.91	0.00	606.91	258.97	1.43	42.67
T₂: 20 l/ha de ME	3841.1	960.28	115.23	28.00	646.23	314.05	1.49	48.60
T₃: 40 l/ha de ME	4375.0	1093.75	131.25	36.00	670.25	423.50	1.63	63.19
T₄: 60 l/ha de ME	4018.2	1004.55	120.55	44.00	667.55	337.00	1.50	50.48
T₅: 1 l/ha de Clorpirifos	4614.6	1153.65	138.44	29.00	670.44	483.21	1.72	72.07

Costo fijo: \$ 503.00

Costo variable: \$ 0.03/Kg (Cosecha + Transporte)

Precio de venta: \$ 0.25/Kg

Costo de M.E.: \$ 0.40/l

Costo Clorpirifos: \$ 9.00/l

4.2. Discusión

Los tratamientos en estudio no influyeron significativamente en el peso de 1000 granos, con promedio general de 34.0g, lo que se puede atribuir a una homogeneidad del grano cosechado, ya que según reportes de Bartosik *et al.* (2016), el peso de 1000 granos no depende directamente de los insecticidas que se apliquen, pero en el presente estudio el testigo absoluto tuvo un menor peso de 1000 granos como consecuencia de un mayor ataque de chinches que producen granos vaneados (32.9 g). Además, respecto a esta variable, Doria (2010) sostiene que cuando las semillas están fisiológicamente maduras presentan la máxima calidad en todos sus atributos como tamaño, peso, germinación y vigor, por lo tanto, semillas llenas, sanas y maduras tienen un peso uniforme y se almacenan mejor que aquellas que no hayan alcanzado su total grado de madurez.

En cuanto a la altura de plantas, así como en el número de días a la floración, todos los tratamientos en estudio presentaron diferencias significativas respecto del testigo absoluto, como consecuencia de una menor interferencia por parte de los chinches sobre el desarrollo y crecimiento de las plantas, lo que concuerda con Fogar, Casse, & Simonella (2013) quienes sostienen que la presencia de chinches en el cultivo no solo causa un amarillamiento de las plantas, sino también afecta al crecimiento y desarrollo de las plantas.

A pesar que el tratamiento con 60 l/ha de microorganismos eficientes registró un mayor número de especímenes controlados con un promedio de 17.3 especímenes controlados, apenas representó el 69.8% de chinches controlados, mientras que la eficiencia de Clorpirifos y la aplicación de 40 l/ha de microorganismos eficientes fueron más eficientes para el control de poblaciones de chinches permitiendo controlar el 85.0 y 83.8 % de los chinches observados antes de los tratamientos en dichas parcelas, respectivamente, de tal manera que el tratamiento químico controló 11.3 de los 13.3 chinches observados, y el a base de microorganismos eficientes 9.3 de los 11.1 chinches apreciados antes del tratamiento. Estos resultados confirman que se debe hacer un control oportuno para evitar utilizar dosis elevadas de productos, en este caso aplicar 40 l/ha de una manera oportuna ayudaría a un control óptimo de chinches, lo que concuerda con Bustillo (2008), quien menciona que un control oportuno de poblaciones de insectos además de asegurar menor

incidencia de insectos, un menor índice de pérdidas y daños, disminuye los costos de producción por efecto de la aplicación de menor cantidad de agroinsumos.

El control eficiente mencionado anteriormente, cobra mayor importancia al analizar la calidad del grano de arroz cosechado, de tal manera que al aplicarse Clorpirifos se obtuvo más granos sanos con 108.5 granos por espiga, y a la vez menos granos vanos (8.20) y menos granos manchados (8.1), seguido de la aplicación de 40 l/ha de microorganismos eficientes que registró 94.2 granos sanos, 10.6 granos vanos y 11.7 granos manchados (80.9, 9.1% y 10.0% con respecto al total de granos por espiga de 116.5 granos. Esto se puede atribuir a un menor ataque de chinches en el cultivo, producto de un eficiente control de poblaciones del mismo, evitando el secado vaneado de granos lo que concuerda con INTA (2012), que indica que los chinches dañan el pedúnculo de la panícula y chupan los jugos de los granos en estado lechoso, el resultado es el vaneado de la panícula y secamiento de los granos.

Cuando se aplicó 40 l/ha de microorganismos eficientes dio lugar a un rendimiento de apenas 239.6 Kg/ha por debajo del rendimiento obtenido con Clorpirifos (4614.6 Kg/ha) que fue el más alto observado. Además, la mayor rentabilidad se registró con Clorpirifos con 72.07%, seguido del tratamiento de 40 l/ha de microorganismos eficientes con 63.19%. Estos resultados comprueban y dan una considerable importancia a la eficiencia de Clorpirifos para el control de poblaciones de chinches en el cultivo de arroz, ya que disminuye los daños producto de un vaneamiento de los granos, permitiendo obtener granos de mayor peso y homogéneos. Pero el uso de microorganismos eficientes adquiere relevancia al ser de origen natural y bajo impacto en el medio ambiente, y además su rendimiento registrado se acerca considerablemente al control químico. Esto es un punto importante considerando lo sostenido por Fernández (2013), quien menciona que la utilidad 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 y es bien aceptado en toda clase de unidades productivas, ya sean agrícolas, pecuarias o ambientales.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los tratamientos en estudio no influyeron sobre el peso de 1000 granos con un promedio general de 34.0 g.
- Tanto los tratamientos de microorganismos eficientes como la aplicación de Clorpirifos mostraron menos tiempo a la floración (54.3 a 54.5 días) que el testigo absoluto que registró un promedio de 57.9 días, producto de una menor interferencia en el desarrollo de las plantas por ataque de los chinches.
- El tratamiento más eficiente para el control de chinches fue Clorpirifos que controló el 85% de los chinches presentes (11.3 chinches controlados de 13.3 presentes antes del tratamiento), sin embargo, la aplicación de 40 l/ha de microorganismos eficientes permitió el control del 83.8 % de los 11.1 chinches presentes antes del tratamiento (9.3 especímenes controlados).
- Al aplicarse Clorpirifos se obtuvo más granos sanos con 108.5 granos por espiga, y a la vez menos granos vanos (8.20) y menos granos manchados (8.1), seguido de la aplicación de 40 l/ha de microorganismos eficientes que registró 94.2 granos sanos, 10.6 granos vanos y 11.7 granos manchados (80.9, 9.1% y 10.0% con respecto al total de granos por espiga de 116.5 granos).
- Cuando se aplicó 40 l/ha de microorganismos eficientes dio lugar a un rendimiento de apenas 239.6 Kg/ha por debajo del rendimiento obtenido con Clorpirifos (4614.6 Kg/ha) que fue el más alto observado.
- La mayor rentabilidad se registró con Clorpirifos con 72.07%, seguido del tratamiento de 40 l/ha de microorganismos eficientes con 63.19%.

5.2. Recomendaciones

- Utilizar 40 l/ha de microorganismos eficientes para el control de chinches en el cultivo de arroz, por ser de origen natural, de fácil preparación y de bajo impacto en el medio ambiente, sumándose a esto que también puede aportar nutricionalmente al cultivo.
- Replicar el presente estudio en condiciones controladas para cuantificar la eficiencia de los tratamientos en el control de poblaciones de chinches en el cultivo de arroz.
- Evaluar el efecto de soluciones a base de microorganismos eficientes como bioestimulantes aplicados en el cultivo de arroz u otros cultivos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

- Acevedo, M., Castillo, W., & Belmonte, U. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Revista Agronomía Tropical* 56 (1): 151-170 pp.
- Aldana, H., & Ospina, J. (2001). *Enciclopedia Agropecuaria: Producción Agrícola 1. Segunda Edición*. Terranova Editores. Bogotá-Colombia. 448 p.
- Alimentación Sana. (2014). El arroz y su historia. Obtenido de <http://alimentacion-sana.org/informaciones/Chef/arroz.htm>
- Andrade, L. (2006). Evaluación de cinco dosis de aplicación de ceniza de cascarilla de arroz como fuente de silicio y complemento a la fertilización con fósforo y potasio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad F-50. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 134 p.
- Andrade, F., & Hurtado, D. (2007). Taxonomía, morfología, crecimiento y desarrollo de la planta de arroz. Manual No. 66. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), Estación Experimental Boliche. Boliche-Ecuador. 26 p.
- Arias, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería* 2(2): 42-45.
- Arismendi, E. (2010). Microorganismos Eficientes, ¿fórmula mágica? Obtenido de http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/microorganismos_eficientes.html
- Bartosik, R., Abadía, B., Cardoso, L., De La Torre, D., & Maciel, G. (2016). Almacenamiento y acondicionamiento de girasol: Un enfoque hacia las buenas prácticas. Primera Edición. INTA. Buenos Aires-Argentina. 28 p.
- Bustillo, A. (2008). El manejo integrado de los cultivos en relación con el control de plagas. En *Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana*. Primera Edición. Editorial Blancolor Ltda. Manizales-Colombia. 93-282.
- Calderón, R., Forero, S., & Suárez, A. (2012). Implementación de un diseño piloto de bandejas de aireación para aguas, potencializado con microorganismos eficientes. *Revista Científica EAN* 16: 22-35.

- Cañedo, V., Alfaro, A., & Kroschel, J. (2011). Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Obtenido de Manejo integrado de las plagas de insectos en hortalizas: <http://nkxms1019hx1xmtstxk3k9sko.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2013/08/005739.pdf>
- Chaves, G., Ferreira, E., & García, A. (2011). Influência da alimentação de *Oebalus poecilus* (Heteroptera: Pentatomidae) na emergência de plântulas em genótipos de arroz (*Oryza sativa*) irrigado. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 31(1): 79-85 pp.
- CIAT. (2005). Morfología de la planta de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali-Colombia. 16 p.
- Coutinho, F. (2011). Programa de extensão “Divulgação das Plantas Medicinais, da Homeopatia e da Produção de Alimentos Orgânicos”. En Cuaderno los Microorganismos Eficientes (EM). Instruções práticas sobre uso Ecológico e social do EM. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 137 p.
- Díaz, P. (2014). Manejo integrado del caracol manzana (*Pomacea canaliculata*) en el cultivo de arroz bajo riego, en la zona de Simón Bolívar provincia del Guayas. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 78 p.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales* 31(1): 74-85.
- Ecologic Maintenances. (2012). Microorganismos efectivos EM en la agricultura. Obtenido de <http://www.emmexico.com>
- EMBRAPA. (2008). Cultivo de arroz en tierras altas (secano). Obtenido de <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa/>
- Fernández, O. (2013). Microorganismos eficientes, usos y posibilidades de producción: resultados del empleo de microorganismos eficientes en Cuba. Sancti Spiritus. La Habana-Cuba. 39 p.
- Ferreira, E., & Barrigossi, J. (2006). Produção e qualidade do grão do arroz irrigado infestado por adultos de percevejo-das-panículas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41(7): 1083-1091 pp.
- Ferreira, E., Barrigossi, J., & Vieira, N. (2001). Percevejos das panículas do arroz: fauna heteroptera associada ao arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 27 p.

- Fogar, M., Casse, M., & Simonella, M. (2013). El cultivo de girasol y la presencia de la “chinche diminuta” *Nysius* sp. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_chinche_diminuta_en_girasol.pdf
- Gonzalvez, V. (2005). Los fundamentos de la agricultura ecológica. Obtenido de http://organicrules.org/477/1/Manual_AE_Canarias.pdf
- Greenpeace. (2015). Agricultura ecológica. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/Soluciones-y-demandas/agricultura-ecologica/>
- Greve, C., Fortes, N., & Grazia, J. (2003). Estágios imaturos de *Oebalus poecilus* (heteroptera, pentatomidae) Iheringia. *Iheringia Serie Zoología* 93(1): 89-96 pp.
- Gutiérrez, D. (2009). Agricultura ecológica. Obtenido de <http://deyaniragutierrezdiaz.blogspot.com/>
- Ibáñez, J. (2011). Microorganismos eficientes o efectivos (EM) y rehabilitación de suelos. Obtenido de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/02/137556>
- INTA. (2012). Síntomas de enfermedades y plagas asociadas al Complejo Ácaros, Hongos y Bacterias (CAHB) en el cultivo de arroz. (F. M.-N. p, Ed.)
- Kolmans, E., & Vásquez, D. (1999). Manual de Agricultura Ecológica. Obtenido de <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2188/14592.pdf>
- Luna, M., & Mesa, J. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas* 4(2): 31-40.
- Manzo, E. (2005). Diagnóstico, investigación y servicios profesionales realizados en el municipio de San Luis, El Petén. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala. 173 p.
- Márquez, O. (2013). Incidencia del fósforo en el macollamiento de arroz (*Oryza sativa*) variedad INIAP 15. Tesis de Grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 67 p.
- Martínez, M., & García, M. (2012). Revisión: Aplicaciones ambientales de microorganismos inmovilizados. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 11(1): 55-73.
- Milian, P. (2015). Evaluación del efecto de ME-50 en la variedad de arroz Prosequia 4 en el municipio de Aguada de Pasajeros. Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos-Cuba. 87 p.

- Mora, S. (2010). Comparación de dos tecnologías de aplicación de nitrógeno (urea) en diferentes niveles en el cultivo de arroz. aplicación profunda de briquetas de urea y la aplicación tradicional al voleo. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 57 p.
- Moya, J. (2012). Cómo hacer microorganismos eficientes. Obtenido de <http://fundases.com/p/solbac.html>
- Núñez, D, Liriano, R., Pérez, Y., Placeres, I., & Sianeh, G. (2017). Respuesta de *Daucus carota* L. a la aplicación de microorganismos nativos en condiciones de organopónico. Centro Agrícola 44(2): 29-35.
- Organic Nature México. (2013). Consorcio Microbiano Benéfico. Obtenido de <http://onfertilizantes.com/productos/consorcio-microbiano-benefico/>
- Peñañiel, B., & Donoso, M. (2012). Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 129 p
- Pineda, J. (2007). Determinación de la adaptabilidad de la variedad de arroz INIAP 14 mediante tres sistemas de siembra, en suelos pantanosos en la parroquia Chicaña, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. 86 p.
- Ramírez, M. (2009). Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga-Colombia. 42 p.
- Rampoldi, A. (2010). Control microbiano de la chinche de la panoja del arroz: *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851), mediante el empleo de hongos entomopatógenos. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires-Argentina. 101 p.
- Serrano, R. (2009). Mecanismos de adaptación de *Saccharomyces cerevisiae* a la alcalinización ambiental. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona-España. 179 p.
- SYNGENTA. (2013). Arroz. Obtenido de <http://www.syngenta.com.mx/arroz-descripcion.aspx>

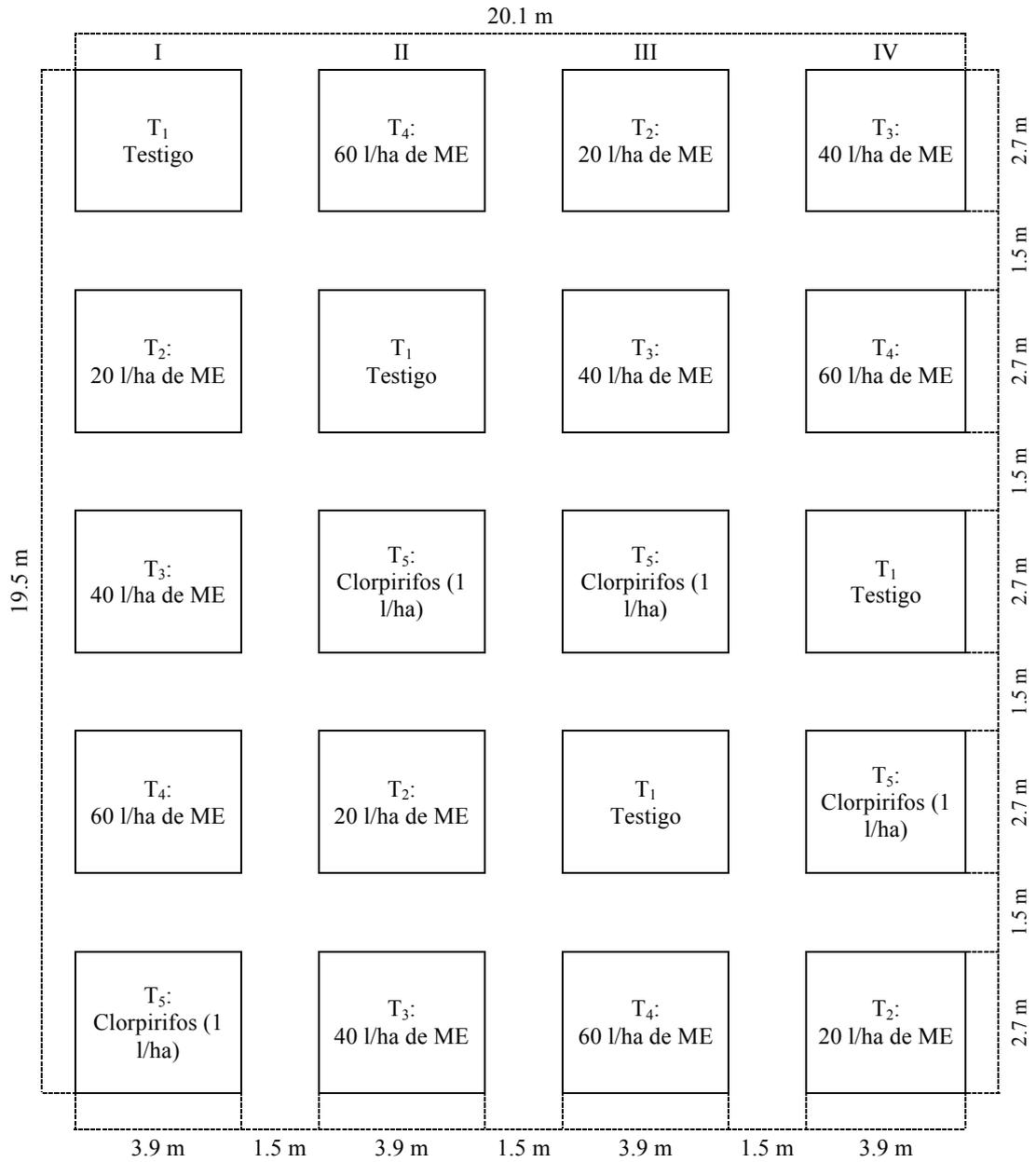
- Terry, E., Leyva, A., & Hernández, A. (2010). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate. *Revista Colombiana Biotecnología* 7(2): 47-54.
- Tito, L. (2014). Efecto del sulfato de cobre pentahidratado sobre patógenos foliares en tres densidades poblacionales en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 57 p.
- Toalombo, R. (2012). Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 95 p.
- Uribe, J., Estrada, M., Córdoba, S., Hernández, L., & Bedoya, D. (2010). Evaluación de los Microorganismos Eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 14(2): 164-172.
- Uvigo.es. (2010). Manual básico de agricultura ecológica. Obtenido de http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/agricultura_ecologica/Manual%20Agricultura%20Ecologica.pdf
- Valdivieso, M. (2013). Obtención y caracterización de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* superproductoras de glutación. Universidad de Granada. Granada-España. 215 p.
- Vecco, G., & Jiménez, G. (2004). Resúmenes XLVI Convención Nacional de Entomología. Sociedad Entomológica del Perú. Arequipa-Perú. 133 p.
- Vivas, L., & Notz, A. (2009). Plan de muestreo secuencial de *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae), en el cultivo de arroz en Calabozo estado de Guárico, Venezuela. *Revista UDO Agrícola* 9:857-892.
- Vivas, L., & Notz, A. (2010). Determinación del umbral y nivel de daño económico del chinche vaneador del arroz, sobre la variedad cimarrón en Calabozo estado de Guárico, Venezuela. *Agronomía Tropical* 60:271-281.
- Vivas, L., & Notz, A. (2011). Distribución espacial en poblaciones de *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) en el cultivo de arroz en Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola* 11(1): 109-125.

- Vivas, L., & Notz, A. (2011). Distribución espacial en poblaciones de *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) en el cultivo de arroz, estado Guárico, Venezuela. *Revista UDO Agrícola* 11:109-125.
- Vivas, L., Notz, A., & Astudillo, D. (2010). Fluctuación poblacional del Chinche Vaneadora en parcelas de arroz, Calabozo, Estado Guárico, Venezuela. *Agronomía Tropical* 60(3): 61-73.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo del sitio experimental



Anexo 2. Análisis de varianza de la altura de plantas a los 55 días (cm)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	65.9815	21.9938	1.4922	0.2665	N.S.
Tratamientos	4	702.3220	175.5805	11.9128	0.0004	**
error	12	176.8660	14.7388			
Total	19	945.1695				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 3. Análisis de varianza del número de días a la floración

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	1.3375	0.4458	0.3728	0.7742	N.S.
Tratamientos	4	39.4500	9.8625	8.2474	0.0019	**
error	12	14.3500	1.1958			
Total	19	55.1375				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 4. Análisis de varianza del número de granos por espiga

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	72.8095	24.2698	1.2660	0.3300	N.S.
Tratamientos	4	644.1370	161.0343	8.4002	0.0018	**
error	12	230.0430	19.1703			
Total	19	946.9895				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 5. Análisis de varianza del número de granos sanos por espiga

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	28.9375	9.6458	0.6987	0.5706	N.S.
Tratamientos	4	3070.5130	767.6283	55.6001	<0.0001	**
error	12	165.6750	13.8063			
Total	19	3265.1255				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 6. Análisis de varianza del número de granos vanos por espiga

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	11.8855	3.9618	1.5744	0.2469	N.S.
Tratamientos	4	281.7270	70.4318	27.9889	<0.0001	**
error	12	30.1970	2.5164			
Total	19	323.8095				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 7. Análisis de varianza del número de granos manchados por espiga

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	0.0175	0.0058	0.0047	0.9995	N.S.
Tratamientos	4	353.4250	88.3563	71.0878	<0.0001	**
error	12	14.9150	1.2429			
Total	19	368.3575				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 8. Análisis de varianza del peso de 1000 granos (g)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	59.9760	19.9920	8.8415	0.0023	N.S.
Tratamientos	4	14.5380	3.6345	1.6074	0.2357	**
error	12	27.1340	2.2612			
Total	19	101.6480				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 9. Análisis de varianza del número de chinches antes de la aplicación de los tratamientos

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	145.7500	48.5833	1.7172	0.2165	N.S.
Tratamientos	4	817.3000	204.3250	7.2221	0.0033	**
error	12	339.5000	28.2917			
Total	19	1302.5500				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 10. Análisis de varianza del número de chinches después de la aplicación de los tratamientos

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	6.6000	2.2000	0.4131	0.7466	N.S.
Tratamientos	4	386.5000	96.6250	18.1455	0.0001	**
error	12	63.9000	5.3250			
Total	19	457.0000				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 11. Análisis de varianza del número de chinches después de la aplicación de los tratamientos

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	126.9500	42.3167	1.8787	0.1870	N.S.
Tratamientos	4	1413.3000	353.3250	15.6859	0.001	**
error	12	270.3000	22.5250			
Total	19	1810.5500				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo

Anexo 12. Análisis de varianza del número de chinches después de la aplicación de los tratamientos

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	3	94577.8889	31525.9630	2.5432	0.1053	N.S.
Tratamientos	4	3248637.1702	812159.2925	65.5168	<0.0001	**
error	12	148754.4549	12396.2046			
Total	19	3491960.5140				

** : Significancia estadística al 99%; N.S.: No significativo



Anexo 13. Balizado del terreno



Anexo 14. Delimitación de las subparcelas del ensayo



Anexo 15. Siembra del cultivo de arroz



Anexo 16. Identificación de los tratamientos



Anexo 17. Cultivo de arroz a los 8 días después de la siembra



Anexo 18. Preparación del sustrato para la reproducción de los microorganismos eficientes (E.M.)



Anexo 19. Fermentación del sustrato con los microorganismos eficientes



Anexo 20. Cultivo de arroz a los 20 días después de la siembra



Anexo 21. Monitoreo del cultivo de arroz para el registro de especímenes de chinches



Anexo 22. Cultivo de arroz a los 100 días después de la siembra



Anexo 23. Cosecha del cultivo de arroz



Anexo 24. Conteo de granos sanos y vanos por espiga