



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PROTECCION
AGRÍCOLA Y FORESTAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de Hongos Entomopatógenos sobre plagas claves en el
cultivo del Arroz (Julio a Octubre del 2000)

Autor: Leonel Enrique Pineda Reyes

Asesor: Ing. MSc. Arnulfo Monzón C

Managua, Nicaragua 2000

DEDICATORIA

Dedico este gran esfuerzo a mi Diosito precioso, señor tú eres el eje que guía mi vida

A mis padres, Mamá sin tu apoyo no hubiese podido culminar mi carrera, Papá sin tu ejemplo y principios morales que me enseñastes no me habría podido realizar

A mi esposa, María Elena quien estuvo brindándome todo su apoyo durante mi preparación profesional

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis padres por el apoyo que me han brindado en lo que va de mi vida.

A los profesores de la Universidad Nacional Agraria por haber contribuido a mi formación profesional y en especial al Departamento de Protección Agrícola y Forestal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria.

A mi asesor, el Ing. Arnulfo Monzón el cual me ayudó y mostró un gran interés por ver terminado este trabajo.

Al Proyecto Desarrollo de Opciones de Manejo Integrado de Plagas Inséctiles con Énfasis en el Uso de Hongos Entomopatógenos, el cual fue financiado por fondos del Banco Mundial a través del Fondo de Apoyo a la Investigación de Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA/FAITAN) y ejecutado por la Universidad Nacional Agraria (UNA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

A personas como Ing. Margarita Munguía, Ing. Miguel Ríos, Ing Juan Molina, Ing Márvin Sarria e Ing Martha Zamora que siempre estuvieron disponibles para brindarme su ayuda.

Finalmente a Dilma por el apoyo que me ofreció en todo el proceso y a Carlos Castillo que siempre me ayudó en los muestreos realizados.

INDICE GENERAL

Sección	Página
No. 1	
Indice de Figuras- - - - -	-i
Indice de Cuadros - - - - -	-ii
Resumen - - - - -	-iii
I. Introducción - - - - -	1
II. Objetivos - - - - -	4
III. Revisión de Literatura - - - - -	5
IV. Materiales y Métodos - - - - -	25
V. Resultados y Discusión - - - - -	31
VI. Conclusiones - - - - -	42
VII. Recomendaciones - - - - -	43
VIII. Bibliografía - - - - -	44
IX. Anexos -- - - - -	49

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
1. Efecto de cinco cepas de hongos entomopatógenos sobre la mortalidad de chinche de la espiga del arroz <i>Oebalus insularis</i> (Stal), en condiciones de laboratorio (Managua, 2000) -----	33
2. Comportamiento de la población de chinche de la espiga <i>Oebalus insularis</i> (Stal), en el cultivo del arroz durante el ciclo de riego (Malacatoya 2000).-----	36
3. Comportamiento de la población de <i>Rupella albinella</i> (Cramer) en el cultivo del arroz durante el ciclo de riego (Malacatoya 2000).-----	38
4. Comportamiento de la población de saltamontes, en el cultivo del arroz durante el ciclo de riego (Malacatoya 2000). -----	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	No
Página	
1. Cepas de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> utilizadas contra el chinche de la espiga <i>Oebalus insularis</i> (Stal) a nivel de laboratorio (UNA, 2000) -	26
2. Cepas de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i> utilizadas contra el chinche de la espiga <i>Oebalus insularis</i> (Stal) en el cultivo de arroz a nivel de campo (Malacatoya, 2000)	28
3. Resultados del Análisis de varianza de <i>Oebalus insularis</i> (Stal) evaluados a nivel de laboratorio (UNA-Managua 2000).....	31
4. Resultados de Tukey (0.05) del efecto de cinco cepas de hongos entomopatógenos sobre la mortalidad de <i>Oebalus insularis</i> (Stal) en laboratorio (UNA 2000).	32
5. Resultados de Tukey (0.05) del efecto de fechas sobre la mortalidad de <i>Oebalus insularis</i> (Stal) ocasionada por cinco cepas de hongos entomopatógenos en laboratorio (UNA 2000).	32
6. Resultados del Análisis de varianza de <i>Oebalus insularis</i> (Stal) evaluados a nivel de campo (Malacatoya- 2000).	35
7. Resultados del Análisis de varianza de <i>Rupela albinella</i> (Cramer) evaluados a nivel de campo (Malacatoya 2000).....	37
8. Resultados del Análisis de varianza de <i>Conocephalus sp</i> evaluados a nivel de campo (Malacatoya 2000).....	39

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de tres cepas de hongos entomopatógenos formuladas en polvo y aceite, sobre las poblaciones del chinche de la espiga del arroz *Oebalus insularis* (Stal), la novia del arroz *Rupela albinella* (Cramer) y el saltamonte *Conocephalus* sp se realizó un experimento en condiciones de campo y laboratorio durante Agosto a Diciembre del 2000. A nivel de laboratorio se evaluaron las cepas 38, 64, 114 y 121 de *Beauveria bassiana* (Bals), sobre la mortalidad del chinche, las cepas evaluadas a nivel de campo fueron 114 y 121 también de *Beauveria bassiana*(Bals) y la cepa Niña bonita de *Metarhizium anisopliae* (Metch); se evaluó además la mezcla de las cepas Ma-NB más Bb-121, comparadas con una parcela sin aplicación de hongos y uso de Metamidofos. Se utilizó el umbral de 0.6 chinches en 10 redadas para realizar las aplicaciones, los muestreos se realizaron cada semana, iniciando antes de la floración hasta finalizar el período de protección de espiga. Se seleccionaron cinco sitios al azar en cada tratamiento y se registró el número de plagas capturadas. Se inició con una aplicación preventiva del hongo, cuando se observó entre el 5 y 10% de floración, posteriormente fueron aplicados cuando se alcanzó el umbral de daño. Los resultados obtenidos indican que los tratamientos tuvieron un comportamiento similar, se encontró diferencias significativas entre las poblaciones de plagas en las fechas de muestreo (P:0.0001); sin embargo, se pudo observar que las cepas Ma-NB y Bb-114 formuladas en polvo iniciaron con la mayor población y al final del ciclo la incidencia de la plagas en dichas parcelas fue un poco menor que en las demás. En cambio los tratamientos Ma-NB + Bb-121 y Bb-114 formuladas en aceite presentaron poblaciones de la plaga ligeramente mayores que los demás tratamientos. Las cepas Bb-114 y Ma-NB, así como la mezcla de ambas, formuladas en polvo, en concentraciones de 10^{12} conidias/ml son promisorias para el manejo de las plagas objeto de estudio. A nivel de laboratorio las cepas que se comportaron mejor fueron la 64 y 114 de *Beauveria bassiana*.

I. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa*, L.) es una gramínea anual de gran importancia en la dieta humana como fuente de carbohidratos, constituye el principal alimento en muchos países asiáticos y en algunos de Sudamérica. Es la especie más cultivada en el mundo después del trigo. La superficie de arroz cultivada a nivel mundial es de 151 millones de hectáreas, representando el 11 % del total de la superficie cultivable. Según Verissimo (2000) representa una importante fuente de ingresos para el sector agrícola de muchos países, ya que posee alta capacidad productiva y la demanda crece cada día.

En Nicaragua, el arroz es uno de los principales componentes de la dieta alimenticia, estimándose aproximadamente el consumo nacional en 100 mil toneladas métricas al año (Rodríguez,1999). El 65 % de la producción nacional lo aporta el sistema de riego y el 35 % el sistema de producción de arroz de secano (Balladares, 1997; citado por Martínez & Ocón, 2000).

En el país, en los últimos años se ha dado un aumento de la producción, así como también un incremento en las áreas sembradas. Entre los ciclos comprendidos 1996-1997 el área sembrada fue de 64,860 hectáreas originando una producción de 129,681.85 toneladas de arroz. Para el ciclo 1997-1998 hubo un incremento en las área sembrada y en la producción. El área sembrada fue de 69,690 hectáreas, con una producción obtenida de 131,818.18 toneladas de arroz (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1998).

El bajo nivel de productividad del cultivo del arroz es uno de los problemas más serios en Nicaragua, entre los años 1990 y 1992 el rendimiento promedio anual se estimó aproximadamente en 1.82 toneladas por hectárea, siendo un rendimiento muy bajo, si comparamos con el promedio centroamericano aproximado a 2.51 toneladas por hectárea y el promedio mundial de 3.52 toneladas por hectárea.

La baja producción de arroz por unidad de superficie a nivel nacional es causada por prácticas culturales muy pobres que incluyen inadecuada preparación del terreno, deficiente nivelación del suelo, uso excesivo del agua, falta de pureza varietal debido a la mezcla física de la semilla, mal control de malezas, deficiente secuencia de las actividades de producción, deterioro genético y el uso no adecuado de fertilizantes (Rodríguez, 1999).

De acuerdo con Contín 1990, la mayor parte del arroz que se cultiva en zonas cálidas y húmedas, es sumamente afectado ya que dichas condiciones favorecen la proliferación de plagas en este cultivo. El problema de los insectos se acentúa todavía más en las regiones donde se cultiva arroz durante todo el año, en Nicaragua específicamente en el Valle de Sébaco, Malacatoya y Chinandega.

Uno de los problemas que limitan la producción de arroz, lo representan los chinches de la espiga, siendo uno de los más importantes en cuanto al daño que ocasionan en el rendimiento, éste se puede perder hasta en un 65% (Swanson & Newson, 1962; citado por Rodríguez, 1999), los adultos y ninfas del chinche de la espiga *Oebalus insularis* (Stal) chupan los jugos de los granos de arroz durante el estado de leche, causando granos vanos, pálidos o estériles y manchados, los granos dentro de la cáscara quedan deformados o debilitados, esto permite que se quiebran durante el proceso de trillado bajando la calidad.

Otras plagas como *Rupela albinella* (Cramer) y *Conocephalus spp* ocasionan pérdidas en el rendimiento, el primero taladra el tallo, debilita la planta hasta ocasionar su muerte, en el caso del saltamonte defolia el follaje, tallos y granos inmaduros en la panícula, poblaciones altas de estas plagas pueden ocasionar pérdidas considerables.

El único método del control de plagas inséctiles por parte de los productores es el control químico, usando plaguicidas de alta toxicidad y dañinos al medio ambiente como Metamidofos, dichos plaguicidas pueden producir graves alteraciones sobre la fauna benéfica del cultivo con consecuencias impredecibles (Somarriba, 1997).

Existen otras alternativas de manejo de plagas, entre los que se mencionan el control biológico, principalmente hongos entomopatógenos y parasitoídes. El uso de hongos entomopatógenos ofrece muchas ventajas sobre los insecticidas químicos convencionales como son: la reducción de la contaminación ambiental, ausencia de residuos tóxicos en los productos de consumo y poco efecto sobre los insectos benéficos y la salud humana (Alves, 1986).

La lucha biológica parece constituir una esperanza de mejoramiento de la situación fitosanitaria, la extensión más o menos rápida de su utilización depende de la profundidad de las investigaciones y su puesta en práctica debe acontecer dentro del marco general de la lucha integral en cuyo seno deberá ocupar un lugar muy importante (Meneses *et al* 1981, citado por Rodríguez, 2000).

Con base a lo anteriormente descrito con el fin de proporcionar alternativas de manejo de plagas que no contaminen el medio ambiente, se desarrolló este trabajo experimental, con los objetivos que ha continuación se detallan.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Contribuir al desarrollo de alternativas de Control Biológico de plagas insectiles que provocan pérdidas en el cultivo de arroz.

2.2 Objetivos específicos

Conocer el efecto de cuatro cepas de *Beauveria bassiana* (Bals) y una cepa de *Metarhizium anisopliae* (Metch) formulados en polvo y en aceite, sobre el control de plagas insectiles que provocan daños en el cultivo de arroz.

Evaluar la patogenicidad de cepas de *Beauveria bassiana* (Bals) y *Metarhizium anisopliae* (Metch) en el campo y en laboratorio, sobre poblaciones de *Oebalus insularis* (Stal).

Determinar el mejor tipo de formulación de hongos entomopatógenos en el control de tres plagas del cultivo del arroz.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1 Características y Etapas del Cultivo del arroz

Las etapas de desarrollo del cultivo del arroz son: germinación-emergencia, crecimiento de las plántulas, ahijamiento o macollamiento, elongación del tallo, iniciación de la panícula, desarrollo de la panícula, floración, estado lechoso, estado pastoso y maduración.

Las características deseables para seleccionar una variedad aplicable a una zona específica son: características industriales como alto rendimiento industrial (68%), granos translúcidos, sabor y valor nutritivo de grano, granos completos, granos con textura glutinosa y características agronómicas como: ciclo vegetativo entre 100 y 130 días, altura de planta entre 80 y 110 cm, macollamiento, resistencia al acame, longitud de panícula entre 20 y 30 cm, excursión de la panícula, número de espiguillas, peso de grano, resistencia al desgrane, baja senescencia foliar, resistencia a enfermedades, resistencia a inmersión, resistencia a sequía y alto rendimiento (Somarriba, 1997). El manejo agronómico del cultivo del arroz incluye: preparación del terreno, siembra del cultivo, fertilización del cultivo y cosecha del cultivo.

3.1.1 Preparación del terreno

La preparación del suelo tiene como objetivos principales dar al suelo las mejores condiciones físicas, químicas y biológicas para la germinación de la semilla, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, destruir e incorporar la vegetación existente, facilitar su descomposición total, facilitar la incorporación de los fertilizantes, y mejorar el relieve del suelo. La preparación del suelo en el cultivo del arroz tiene diferentes modalidades de acuerdo a la estrategia de manejo que se desee, esto determina el tipo de labores culturales a realizar, se mencionan la preparación en seco para sembrar en seco, preparación en seco para sembrar en aguas claras, preparación en seco-fango para sembrar en aguas turbias y la preparación en fango para sembrar en fango (Somarriba, 1997).

La calidad y oportuna preparación de las tierras, puede influir en el crecimiento de las plantas de arroz y por lo tanto en los rendimientos. Las labores de cultivo para el buen establecimiento tienen como objetivo controlar eficientemente las malezas, mezclar la materia orgánica, preparar la cama de siembra para la buena germinación y emergencia, la formación de una capa dura en el subsuelo que reduzca las pérdidas de agua por lixiviación (sistema de riego). Las épocas para realizar las siembras de arroz obedecen a dos objetivos fundamentales: evitar daños en el grano durante la recolección causadas por las lluvias del comienzo y el final de la época lluviosa, evitar los daños en la fecundación de la panícula por la intensidad del viento que se presenta en ciertos meses del año (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1998).

3.1.2 Siembra del Cultivo

Los sistemas de siembra en el cultivo del arroz se clasifican en tres tipos: Al voleo, siembra directa y siembra en línea.

La siembra al voleo consiste en depositar la semilla sobre una superficie seca o inundada cuando se realiza en seco, se llevan a cabo las labores convencionales de preparación del suelo y se siembra a mano o con maquinas acopladas a tractores, distribuyendo las semillas para asegurarse una densidad de plantas capaz de producir entre 250 y 350 panículas /m². La siembra en condiciones de inundación puede efectuarse a mano o mediante aviones. Con este sistema se utilizan semillas pregerminadas, que garantizan una población de plantas por área de siembra.

La siembra en línea se realiza con sembradoras de cereales de invierno, que efectúan la operación de siembra y la de abonado a la vez. Con este sistema se reduce la cantidad de semillas empleadas a 120 kg/ha, la distribución de plantas es más uniforme y el grado de ahijamiento es mayor.

La siembra directa exige el empleo de sembradoras específicas, que necesitan tractores de mayor potencia. La siembra se lleva a cabo sin realizar antes labores preparatorias del suelo.

La siembra directa también puede realizarse al voleo y bajo inundación. También se puede realizar siembra indirecta que consiste en sembrar arroz en semillero para trasplantarlo después al lugar definitivo.

3.1.3 Fertilización del Cultivo

La fertilización en el cultivo del arroz es de dos tipos: fertilización de base con formulas completas y la fertilización nitrogenada. La fertilización de base se hace para satisfacer principalmente la necesidad de fósforo del arroz, pues los suelos de Nicaragua normalmente son ricos en potasio. Esta fertilización se hace aplicando formulas altas en fósforo. La fertilización nitrogenada juega un papel fundamental en la producción de arroz, pues una planta provista con la cantidad correcta de nitrógeno: presenta un buen desarrollo de tallos y hojas, desarrolla un ahijamiento fértil adecuado y aprovecha mejor los fertilizantes.

3.1.4 Cosecha del Cultivo

Para realizar la cosecha se deben hacer los arreglos materiales y organizativos, tomando en cuenta factores agronómicos y fisiológicos del grano. Con respecto a los medios materiales debe tenerse la suficiente capacidad en equipo de cosecha y medios de acarreo, así como una programación de la labor de cosecha que garantice el cumplimiento de la labor evitando factores puedan afectar en cantidad y calidad el producto cosechado.

La humedad del grano se considera como el principal indicador para precisar el inicio de la cosecha. Los suelos deben dejarse drenar diez a veinte días antes de la cosecha para facilitar el trabajo de la cosechadora, pudiendo evitar así un excesivo zanjeo y desnivelación del suelo con las ruedas del equipo de corte y acarreo del grano.

El momento de corte debe iniciarse cuando el grano ha perdido la humedad del rocío acumulado por la noche, pudiendo realizarse la labor de corte entre las nueve de la mañana y las ocho de la noche. Un aspecto que se debe considerar siempre, es que la cosecha debe realizarse con la mayor rapidez para evitar las pérdidas de producto por efecto de los enemigos naturales que se encuentran en el ambiente (Somarriba, 1997).

3.2 Plagas del cultivo del arroz

El arroz es un cultivo que es atacado fuertemente por plagas insectiles, se pueden agrupar de la siguiente manera: Plagas del suelo y la raíz, barrenadores, plagas del follaje y plagas de la panícula

3.2.1 Plagas del suelo y de la raíz

Estas plagas se presentan desde la siembra hasta el estado de plántula. El efecto de su ataque es la reducción de la población de plantas, al alimentarse de sus raíces o al cortar el tallo al ras del suelo. Entre ellas están : *Grillotalpa hexadactyla* y *Phyllophaga spp.*

3.2.2 Barrenadores

Constituyen un grupo de insectos plagas que pueden causar altas perdidas de producción. Estas plagas hacen agujeros en el tallo y galerías en los entrenudos de las plantas. *Diatrea* y *Rupella* normalmente se presentan desde el inicio del ahijamiento hasta la maduración total. En el país hay tres especies de barrenadores que atacan el arroz: *Diatrea saccharalis*, *Rupela albinella* y *Elasmopalpus lignosellus* (Bird y Soto, 1991).

3.2.2.1 *Rupela albinella* (Cramer)

Novia del arroz, barrenador del arroz, barrenador del tallo. Se encuentra distribuida en México, América Central y América del Sur, su principal hospedero es el arroz.

Sus huevos (7-9) son aplastados, oval, incoloros inicialmente y luego se ponen más oscuros. Los ponen en grupos elongados de 40-200 sobre las hojas del huésped y están protegidos por una membrana y cubiertos con una alfombra de pelos blancos o anaranjados provenientes del abdomen de la hembra. Larva- (30-50), diapausa por encima de 100 días, 16-30 mm de largo cuando está madura y pasa por 6 estadios. El primer estadio es oscuro, los subsiguientes son blanco-cremoso uniforme, excepto por una línea pálida dorsal y una cabeza café, así como el escudo pro torácico del mismo color. Las larvas recién eclosionadas se dispersan arrastrándose cierta distancia (a veces

sobre la superficie del agua) y pueden ser dispersadas por el viento antes de que empiecen a taladrar el tallo.

Entran cerca del suelo en la axila de una hoja y rara vez taladran más de 20 cm hacia arriba. Las larvas que completan su desarrollo en un cultivo en maduración pueden entrar en un estadio de descanso prolongado (diapausa), permaneciendo en el rastrojo después de la cosecha. Empupan en el tallo en un entrenudo interior. Pupa (7-12) café dentro de un capullo débil que esta conectado al agujero de salida en el tallo por un tubo de seda, la salida esta cerrada al exterior por una membrana sedosa café. Adulto tiene una envergadura de 19-34 mm en el macho y 27-45 mm en la hembra, es blanco-plateado con un mechón abdominal de pelos anaranjados o beige en la hembra, blanco en el macho. Los adultos descansan sobre el cultivo durante el día y son activos durante la noche.

El daño lo ocasiona en etapa de larva donde taladra el tallo, debilita las plantas y provoca el vaneó del grano. Es una plaga esporádica, a menudo menor, pero puede provocar altas pérdidas si hay explosión de la misma.

Para tener un buen control es necesario hacer siembras simultáneas y restringida en el área y destrucción de rastrojos después de la cosecha, son medidas importantes para reducir la densidad de la plaga. El control químico es solo eficaz antes de que las larvas jóvenes entren en los tallos, el ataque es probablemente mas serio durante la época de llenado del grano. (King, A.B.S.; Saunders, J.L. 1984).

3.2.3 Plagas del follaje

Estas plagas incluyen los insectos que comen directamente del follaje, los insectos y ácaros chupadores de savia y los que hacen minas o galerías en las hojas. Estas plagas se presentan desde el estado de plántula hasta las últimas etapas del cultivo.

Entre las principales plagas del follaje encontramos:

3.2.3.1 *Caulopsis, Conocephalus, Neoconocephalus, Phlugis spp*

Grillo verde del arroz, chapulín de antenas largas, esperanzas, saltamontes.

Se encuentran distribuidos en México, América Central, América del Sur y el Caribe, su huésped es el arroz y las gramíneas silvestres. Sus huevos son alargados y aplastados, blancos grisáceos, usualmente puestos en filas longitudinales y yuxtapuestas o dentro de las hojas, tallos y dentro del suelo.

La ninfa es similar a los adultos, sin alas, verde, pasa por 5 o 6 estadios. El adulto es predominantemente verde, a veces café claro, de 30 a 60 mm de largo, con un ovipositor largo y con patas traseras grandes saltatorias. El ciclo de vida toma unos 40 a 60 días. Tanto las ninfas como los adultos tienen antenas filiformes largas.

Los adultos y las ninfas comen hojas, tallos y los granos inmaduros en la panícula, dejando bordes irregulares y puntas en fleco. Las panículas dañadas con granos parcialmente comidos a menudo tienen una apariencia destrozada blanquizca.

El mantenimiento de los campos y las áreas adyacentes libres de malezas Gramíneas reduce la incidencia de las esperanzas. (King, A.B.S.; Saunders, J.L. 1984).

3.2.4 Plagas de la panícula

Las plagas de la panícula, conocidas como chinche hediondos, dañan el pedúnculo de la panícula y chupan los jugos de los granos en estado lechoso. El resultado es vaneo de la panícula y secamiento de los granos. Cuando el grano se halla en estado lechoso, hay de 0.3 a 1.1 insectos por panícula, y el rendimiento del arroz decrece en 27% y 65% respectivamente. Swanson y Newson en 1962 determinaron 230 chinches por 1000 panículas causando pérdidas severas al arroz. En la floración y en el estado lechoso del grano, el cultivo tolera mejor las poblaciones de 0.2 a 0.6 insectos por panícula. Poblaciones de 0.3 y 1.0 insecto por panícula en la fase lechosa, causan pérdidas de germinación de 6% y 14% respectivamente en el arroz destinado a la producción de semilla.

Estas plagas normalmente se presentan de 10 a 15 días antes, durante el espigamiento y en los periodos tempranos de la formación del grano. La especie predominante (mas de 92%) entre los pentatómidos recolectados en los campos de arroz es *Oebalus insularis* (Stal). Solo el 4.6% de los insectos recolectados se encuentra en estado de ninfa; se asume entonces que los adultos causan el daño a la planta. En efecto, llegan generalmente a ese estadio de su ciclo de vida cuando la planta se haya en floración

llenando los granos, que son su alimento preferido. Así pues la etapa de desarrollo del cultivo influye también en la dinámica poblacional. El conocimiento de estas variables permite diseñar un método de control integrado de la plaga, es decir, aquel que se aplican armónicamente las técnicas de

control disponibles para que los insectos plagas en este caso, se mantengan en niveles que no causen daño de importancia económica al cultivo (CIAT, 1991).

3.2.4.1 *Oebalus insularis* (stal) (= *Solubea insularis*).

Hemíptera – Pentatomidae: Chinche de la espiga, chinche hiede vivo.

Se ha informado de la presencia de esta plaga en Florida, México, todos los países de América Central, Colombia, Cuba y El Caribe. Saunders *et al* (1998) señalaron que los hospedantes más importantes de *Oebalus insularis* (Stal) son arroz, sorgo y zacates o pastos silvestres. Sus huevos-(3-4) son cilíndricos, 0.5 mm de largo, al inicio son verdes, pero se tornan rosados cerca de la eclosión, puestos en hileras dobles de 10-50 sobre el haz de las hojas y las panículas. Ninfas-(16-20), pasa por 5 estadios, negra con rojo cuando esta recién eclosionada, gregaria durante el primer estadio, luego se vuelve más pálida y similar al adulto en color, pero mas redondeada. Adulto- de 8-10 mm de largo, rojizo pálido a café-amarillento, con marcas amarillas o paja en el escutelo y el corión, más o menos claras o distinguibles y amarillo paja por debajo. Todos los estadios son más activos en la mañana y durante el tiempo nublado, tienden a migrar a la base de la planta durante el calor del día. Los adultos invaden el cultivo desde los huéspedes silvestres vecinos al principio de la floración. Los adultos y las ninfas causan daño al chupar los jugos del grano durante el desarrollo, el estado de leche y de camagua, causando granos vanos, pálidos, estériles o decoloración. Los granos manchados son consecuencia del ataque de hongos. Los granos dentro de la cáscara quedan deformados o

debilitados y se quiebran durante el proceso de trillado, bajando la calidad del producto.

Dependiendo de los factores climáticos y del manejo pueden aumentar sus poblaciones en grandes densidades, causando pérdidas hasta del 50% de la producción de arroz (CATIE, 1999).

3.2.4.2 Monitoreo de *Oebalus insularis* (Stal)

Se conoce que los chinches permanecen en las espigas o sobre las plantas en las horas tempranas de la mañana o al final del día. En las horas calientes del día ellos prefieren moverse a partes mas bajas de las plantas, dificultando las observaciones. Por lo tanto se recomiendan utilizar muestreo de las poblaciones de chinches en las horas frescas sean en

la mañana o en la tarde, cuando hay mas actividad de ellos sobre las espigas (INTA/CATIE, 1998).

El muestreo es un factor fundamental para el manejo del chinche de la espiga, ya que nos permite conocer cómo se comporta la incidencia de la plaga, en qué momentos hay más población, en qué lotes o partes del lote está más concentrada la población de la plaga. Esto nos permite realizar acciones de manejo dirigida a los sitios y en los momentos de mayor incidencia de la plaga, además permite decidir sobre las acciones de manejo, realizándolas solamente cuando la población amerita el manejo, evitando así acciones innecesarias. El muestreo de chinche se debe realizar al aproximarse la etapa de floración y se debe de realizar con mayor frecuencia cuando ya se inició la floración del cultivo, en el período conocido como período de protección de espiga, el cual ocurre aproximadamente de los 70 a los 100 dds (días después de la siembra), dependiendo de la variedad.

Para estimar la incidencia de la plaga se hacen recorridos en el lote a muestrear en el cual se distribuyen las estaciones de muestreo. Las estaciones de muestreo deben distribuirse adecuadamente en el campo, de manera que el muestreo sea representativo, para ello se recomienda ubicar estaciones tanto en los bordes como en el centro de los lotes.

Cada estación de muestreo consiste en un recorrido aproximado de 10 pasos, en el cual se realizan 10 barridas con la red entomológica o jamo, luego se cuenta el número de chinches (adultos y ninfas) capturados en las 10 redadas.

En cada lote se deben realizar al menos 10 estaciones de muestreo, distribuidas en todo el campo; es decir se deben hacer 100 redadas en todo el lote. Entre más número de estaciones de muestreo se realicen en un lote, más precisa es la estimación de la incidencia de la plaga.

3.3 Manejo de las Plagas

El daño de los insectos plagas en el arroz afecta la producción en grado variable; la cuantía de la pérdida depende de las condiciones climáticas, época de siembra, variedad, estado de

desarrollo y vigor del cultivo, composición y tamaño de la población de las plagas, enfermedades, malezas, así como de la presencia o ausencia de insectos benéficos.

En la actualidad el promedio de aplicaciones de insecticidas para el control de este insecto es de 6 a 10 por ciclo. Aunque se logran obtener mortalidad de los insectos presentes en el campo, ocurren nuevas migraciones de los insectos a los campos dentro de los tres o cuatro días posterior a las aplicaciones, obligando a los productores a aplicaciones frecuentes de los insecticidas, también puede haber inicio del desarrollo de resistencia de la plaga (ANAR, 1998).

Luchar contra las plagas no pretende su erradicación sino bajar sus poblaciones a niveles tolerables; en cierta forma, se trata de convivir con ellas. Para esto se debe hacer una combinación inteligente y un manejo eficiente de los recursos disponibles, razonando no solo en función económica sino también en función social y ecológica. En el cultivo del arroz existe, hasta hoy, un excelente equilibrio biológico para muchas plagas, debido en parte a la presencia de numerosos agentes benéficos que regulan sus poblaciones.

Con aplicaciones de insecticidas sintéticos la sobrevivencia de los enemigos naturales se disminuye significativamente (Sudarsono *et al*, 1992).

Basado en estos principios, el primer paso es evitar en lo posible aplicar insecticidas de alta toxicidad para los insectos benéficos. Estos insecticidas pueden producir graves alteraciones sobre la fauna benéfica del cultivo con consecuencias impredecibles. El siguiente paso es aplicar integrada y oportunamente otros métodos y técnicas de control de plagas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1998, citado por Martínez & Ocón, 2000).

3.3.1 Control Biológico Natural

Existen varios insectos que pueden controlar a *Oebalus insularis* (Stal), entre ellos, dos especies de la familia Scelionidae (Nym), *Telenomus podissi* y *T. Latifrons*, ambos parasitoides de huevos, son los controladores naturales más comunes de esta plaga en Centro América. Estas avispietas ovipositan dentro de los huevos del chinche, donde se desarrollan las larvas del parasitoide eliminando las ninfas del chinche.

En plantaciones de arroz, el parasitismo natural puede llegar hasta 95%. Sin embargo aun con estos niveles, en algunos sitios las poblaciones del chinche son altas (Ruelas & Carrillo, 1978).

En México se encontró *Telenomus spp* parasitando de 85% a 100% de los huevos de *Oebalus insularis* (CIAT, 1991).

También existen otros agentes de control biológico natural como el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metch) que pueden producir epizootías naturales en el campo reduciendo la población de este insecto (Alves, 1986).

Los hongos entomopatógenos son organismos microscópicos que se encuentran en el campo, ya sea en el suelo o en las plantas. Estos microorganismos se desarrollan bien en lugares frescos, húmedos y con poco sol.

Los hongos entomopatógenos son aquellos que causan enfermedades en los insectos plagas hasta causar su muerte. El uso de hongos entomopatógenos tiene muchas ventajas, entre las que podemos mencionar: efectividad para el control de las plagas, no son dañinos para el medio ambiente, no afectan a los insectos benéficos, no son tóxicos para humanos, no causan resistencia en la plaga, por lo que es una opción de manejo sostenible; además para su obtención no se requiere de inversión de divisas y pueden ser producidos de forma artesanal por los agricultores. Por otro lado por tratarse de organismos vivos no dejan residuos tóxicos en los productos, por lo que son de mucha utilidad en la agricultura orgánica.

El hongo más utilizado para el manejo del chinche es *Beauveria bassiana* (Bals), pertenece a la clase Deuteromycetes; se encuentra atacando a más de 200 especies de insectos de diferentes ordenes (Alves, 1986). Tiene conidios globosos o subglobosos, conidióforos formando densos cachos.

Es uno de los hongos más citados como patogénicos para insectos plagas, así como por su amplia distribución geográfica (De Bach; 1964, citado por Delgado, 2000).

El hongo *Beauveria bassiana* (Bals) se ha probado contra más especies de insectos que cualquier otro hongo, se conocen actualmente cerca de 500 hospederos para este hongo (Alves, 1986).

La germinación de conidias de *Beauveria bassiana* (Bals) ocurre en un periodo de 12 horas después de la inoculación. El hongo penetra por vía del integumento debido a una acción mecánica o efectos enzimáticos el que dura cerca de 12 horas, transcurridas 72 horas el hongo presenta una total colonización, habiendo grandes cantidades de conidióforos y conidias características de la especie. Las diferentes fases del ciclo de la relación patógeno-hospedero dependen de la especie de insecto y de las condiciones reinantes, estas condiciones son: Humedad relativa y Temperatura (Alves, 1986).

Una larva infestada se vuelve perezosa en sus movimientos, no responde a la mayoría de los estímulos externos y con frecuencia toma un color ligeramente rosado, la larva permanece blanda y flexible hasta que el micelio ha crecido a través del cuerpo del insecto. Enseguida el insecto se pone blanco, momificado y el contenido del cuerpo es blanco y polvoso. Cuando la larva momificada permanece en una atmósfera seca no se ve ningún signo externo del hongo, sin embargo cuando se pone al aire húmedo los conidióforos rompen todo el integumento y aparece el micelio blanco sobre la superficie del insecto (Steinhaus, 1968; Citado por Rodríguez, 1995).

Los hongos entomopatógenos similares a otros hongos son dependientes para su desarrollo, longevidad y dispersión de varias condiciones cuya interacción constituye el macro y microambiente. La germinación de las esporas fungosas móviles o unidades infectivas son el proceso fisiológico primario que debe ocurrir antes que la infección pueda darse.

Las condiciones que son desfavorables para las esporas del hongo son principalmente temperatura alta, baja humedad y luz solar que puede afectar severamente su longevidad y germinación sobre el insecto (Yendol & Hamlen, 1973; citado por Rodríguez, 2000).

El medio ambiente afecta muchas veces la virulencia, estabilidad, persistencia, dispersión y transmisión de los patógenos, la resistencia y susceptibilidad de los hospederos y la interacción entre patógenos y hospedero (Tanada, 1967; citado por Rodríguez, 1995). Frecuentemente, hay un efecto marcado sobre el insecto en laboratorio con alta temperatura y humedad, pero los resultados de ensayo de campo son diferentes. Las condiciones ambientales son importantes en la regulación de epizootias en las poblaciones de insectos. La humedad es el factor físico que afecta la iniciación y desarrollo de las epizootias en el campo, no así la temperatura que ejerce efecto directo sobre el hongo dentro de ciertos rangos.

De acuerdo a su patogenicidad y a otras características se han obtenido varias cepas de hongos entomopatógenos, tanto de *Beauveria bassiana* (Bals) como de *Metarhizium anisopliae* (Metch).

3.4 Características de las principales cepas de hongos entomopatógenos

Cepa Bb-38: Su origen es de insectos coleópteros, se recolectó en San Cristóbal Managua en 1988, su coloración es blanca, tiene buen crecimiento en cultivos como PDA, MEA, su crecimiento es uniforme y la producción de las conidias es muy suelta. Es patógena para: *Plutella xylostella*, *Hypothenemus hampei*, *Anthonomus grandis*, *Cosmopolites sordidus*. Preservada en silica gel.

Cepa Bb-64: Su origen es de insecto de la broca del café, fue recolectada en 1988 en La Fundadora Matagalpa, su coloración es blanca, tiene crecimiento micelial uniforme, tiene buena producción de conidias en medios como PDA, MEA. Es patógena para *Anthonomus eugenii*, *Cosmopolites sordidus*, *Anthonomus grandis*, *Hypothenemus hampei*, se encuentra preservada en silica gel.

Cepa Bb-114: Su fuente de origen es la broca del café, su procedencia es de san Juan de Río Coco (Madriz) en la hacienda El Refugio, su coloración es blanca, crecimiento es uniforme, tiene producción de conidias sueltas, crece en medios de cultivo PDA y MEA. Es patógena para *Hypothenemus hampei*, *Anthonomus grandis*, *Anthonomus eugenii* y *Oebalus insularis*. Está preservada en silica gel.

Cepa Bb-121: Su fuente de origen es Nezara, su colección se hizo para el año 1993 en León Nicaragua en el Centro experimental del algodón, su coloración es blanca, crece bien en medios de cultivo como: PDA y MEA, con producción de conidias sueltas, es patógena para *Nezara sp e Hypothenemus hampei*. (UNA-CATIE/INTA-FAITAN, 2000)

Metarhizium anisopliae (Metch), pertenece a la clase Deuteromycetes; es un patógeno que ataca a una gran cantidad de plagas insectiles. Tiene micelio septado, en los conidióforos surgen conidias en columnas compactas que son generalmente uninucleadas y cilíndricos de dimensiones variadas, fue utilizado para el control de cigarras de los géneros *Deois* y *Zulia*, plagas de importancia en el Brasil, comprobándose que provoca un 80% de mortalidad de las ninfas después de 15 días de aplicación (Alves, 1986).

Este hongo ya es aplicado con éxito en más de 100,000 hectáreas en el Brasil (Álvarez, 1985).

Cepa Ma-NB: esta cepa se aisló de insectos e ingreso al cepario de la Universidad Nacional Agraria en el año 1989 su procedencia es de Cuba. Su coloración es verde chocoyo, crece bien en medios de cultivos como: PDA, produce conidias sueltas, es patógena para: *Pachicoris klugii*, *Leptoglossus sp*, *Aeneolamia sp* y otros tipos de chinches. Calderón y Sotelo, 1983 realizaron pruebas para determinar el efecto de diferentes dosis de *Metarhizium anisopliae* (Metch) en condiciones de campo. Este control se comparó con el ejercido por el insecticida clorpirifos, con los dos productos ensayados se lograron controles similares; sin embargo, se considera que el *Metarhizium anisopliae* (Metch) es más persistente y no presenta toxicidad para el ganado y los humanos.

3.5 Modo de Acción de los Hongos Entomopatógenos

En general, las fases que desarrollan los Hongos sobre sus hospedantes son: germinación, formación de apresorio y formación de estructuras de penetración, colonización y

reproducción. El inóculo o unidad infectiva lo constituyen las estructuras de reproducción sexual y asexual, es decir las esporas y conidias respectivamente. La expresión de los hongos entomopatógenos en el cultivo del arroz es afectado por la alta demanda de agroquímicos en el cultivo como herbicidas, funguicidas y adyuvantes que de una u otra forma afectan la germinación de conidias y el desarrollo micelial de estos

microorganismos, lo cual se ha demostrado con investigaciones en condiciones de laboratorio y de campo (Albornoz & Parada, 1984 citado por Lecuona, 1995).

3.5.1 Etapas de infección de los hongos entomopatógenos

Adhesión: Es un fenómeno que permite la fijación de los propágulos o unidades infectivas sobre la superficie del hospedante por medio de mecanismos donde intervienen propiedades físicas, químicas y electrostáticas del patógeno y del hospedante. El contacto entre las unidades infectivas con el tegumento es el prerequisite para el establecimiento y continuación de la micosis. La adhesión, es un paso importante en el proceso patogénico y ha sido correlacionada con la especificidad hospedante-patógeno. Lecuona *et al.*, (1991) observaron que dos cepas de *Beauveria bassiana* (Metch) y *B. brongniarti* pueden adherirse al tegumento del insecto tanto hospedantes como no hospedantes, sin desarrollar una enfermedad en estos últimos.

Se supone que existen sitios preferenciales del tegumento del hospedante donde los conidios se adhieren, germinan y penetran. Estos lugares corresponderían a las regiones intersegmentales del insecto, en donde la composición y estructura es sensiblemente al resto del tegumento. Si bien esto no puede ser considerado una regla general, análisis microscópicos confirman dichos sitios específicos sobre Coleópteros *Oryctes rhinoceros* y *Cetonia aurata* L. parasitados por *M. anisopliae* y sobre *Ostrinia nubilalis* parasitada por *Beauveria bassiana* (Fargues, 1981; Vey *et al.*, 1982; Lecuona, 1989).

A pesar de ello los hongos poseen la capacidad para penetrar tanto por regiones membranosas como por las áreas más esclerosadas del tegumento, como fue demostrado en *M. anisopliae* sobre larvas de Elateridae (Mccauley *et al.*, 1968 citado por Lecuona, 1995).

Germinación: Dicho de una forma muy simple, luego de la adhesión e hidratación del conidio o espora sobre el tegumento, germina emitiendo un tubo germinativo con formación, en algunos casos, de un apresorio, para posteriormente penetrar al insecto. Sin embargo, los conidios de un hongo entomopatógeno pueden presentar cuatro

comportamientos germinativos diferentes sobre la cutícula del hospedante. Emisión de un tubo germinativo, generalmente corto que perforara al tegumento, emisión de un tubo germinativo largo, con un comportamiento errante sobre la superficie y que aparentemente no es capaz de penetrar a través del tegumento, emisión de un tubo germinativo más o menos corto y en cuya extremidad se forma un conidio secundario, de tamaño y sobre todo con forma diferente a la del primario, no puede germinar.

Los factores climáticos juegan un papel importante durante el proceso germinativo. Sin embargo, existen otros que no siempre han sido bien estudiados y comprendidos. Es conocido que las necesidades nutricionales de los conidios son diferentes según la especie fúngica y/o cepa considerada. Así, diferentes cepas de *Metarhizium anisopliae* pueden germinar sobre medios de cultivo simples como el agar-agua (Al-Aidroos y Seifert, 1980) mientras que cepas de *Beauveria bassiana* son algo más exigentes en carbono y energía. La germinación de las esporas, al igual que la adhesión puede ser favorecida por la microflora tegumentaria. Schabel (1978) demostró que la presencia de bacterias y hongos sobre la cutícula del Coleóptero *Hylobius pales* (Herbst) inhiben la germinación de *Metarhizium anisopliae*. Así mismo otros compuestos de origen no cuticular como las sustancias azucaradas (mielecillas) emitidas por los pulgones pueden también intervenir en la germinación (Smith y Grula, 1981 citado por Lecuona, 1995).

Penetración: Después de la germinación de las esporas, se produce una serie de transformaciones físicas y/o químicas, tanto a nivel del tegumento como del conidio, que le permite al patógeno penetrar a la cutícula de su hospedante específico.

De ser así, podría existir un estímulo determinado para esta penetración, el cual puede ser diferente o no, según el hospedante y patógeno considerado al estímulo necesario para la germinación como asimismo, el paquete enzimático disponible podría ser insuficiente. Esto lo demuestran los casos donde los conidios logran germinar sobre insectos que no son sus hospedantes pero que no llegan a penetrar en su interior y por consiguiente, no provocan mortalidad (Leucona *et al*, 1991). Cuando el hongo comienza

a penetrar en los tejidos del insecto, este pierde el apetito y reduce poco a poco sus movimientos, y las hembras no efectúan posturas (Álvarez, 1985).

La penetración del hongo en la cutícula del hospedante implica una acción combinada de procesos físicos y enzimáticos. Fue Giard (1893), quien sugirió por primera vez que esta penetración era debida a la acción de enzimas producidas por la hifa infectiva de los entomopatógenos. La secreción de enzimas durante los primeros estados del desarrollo de un hongo, no siempre es condición suficiente para asegurar la penetración al tegumento. Es interesante resaltar que las técnicas empleadas para medir la actividad enzimática pueden hacer variar los resultados finales y en algunos casos, no serían por lo tanto comparables.

Multiplicación del hongo en el hemocele: Una vez en el interior del insecto, el hongo se multiplica principalmente por gemación, dando formas micelianas libres y unicelulares llamadas blastosporas en los Deuteromycetes, pero inexistentes entre los Entomophthorales. Sin embargo, también se producen en el hemocele hifas y protoplastos o células sin pared. Los insectos tienen un sistema inmunológico que les permite reconocer y reaccionar a partículas extrañas dentro del hemocele. Estas podrán ser propágulos de hongos, bacterias, virus etc, los cuales pueden ser fagocitados si los organismos invasores no son muy grandes. Sin embargo, el principal mecanismo de defensa o reacción celular de los insectos es la encapsulación, la cual se produce por la concentración de plasmotocitos o granulocitos alrededor del punto de infección, logrando así formar una masa pseudotisular llamada granuloma (Vey, 1971 citado por Lecuona, 1995).

Producción de toxinas: No todos los hongos o todas las cepas de una misma especie fúngica producen toxinas en el hemocele. El término toxina se refiere a toda sustancia venenosa producida por organismos patógenos. Estas toxinas son sustancias que pueden, en ciertos casos, originar la muerte del insecto debido a sus propiedades insecticidas pero además, ellas actúan como inhibidoras de las reacciones de defensa del hospedante por alteraciones de los hemocitos y retardo en la agregación de las células de la hemolinfa.

Las toxinas que producen los hongos entomopatógenos son de dos tipos:

- Macromoléculas proteicas.
- Sustancias de bajo peso molecular.

Macromoléculas proteicas:

Son enzimas extracelulares secretadas en cantidades significativas en medios de cultivos o en el interior del insecto.

Dos proteasas fueron encontradas en *Beauveria bassiana* (Bals), la fracción A de peso molecular bajo y pH básico. En *Metarhizium anisopliae* (Metch) también fueron separadas dos proteasas, la P1 (serilproteasa) y la p2 (sulfidrilproteasa), con diferentes pesos moleculares (Kucera, 1980 citado por Lecuona, 1995).

Toxinas de bajo peso molecular:

La Producción de estos metabolitos secundarios (moléculas de tamaño medio a pequeño, pm menor de 2000) es una propiedad genética de cada hongo pero su producción puede ser alterada por factores como nutrientes, pH, temperatura, etc.

Las principales toxinas de este grupo son los ciclodepsipeptidos, producidos por *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, siendo las más comunes las destruxinas, nombre genérico dado a estos compuestos provenientes del segundo hongo citado.

Existe un grupo de pigmentos en los hongos que están más concentrados en sus micelios y son poco liberados al interior del hemocele.

Ellos son producidos por especies de *Beauveria* como el ‘‘oosporein’’ de color rojo y el ‘‘Bassianin’’ y ‘‘Tenellin’’ de color amarillo. Se debe destacar que no todos los Ciclodepsipeptidos enumerados han mostrado poder insecticida directo lo que de todas maneras, no impiden que colaboren indirectamente con la muerte del hospedante.

Muerte del insecto: La muerte del insecto parasitado por un Deuteromycete ocurre generalmente antes que el hongo colonice todo el interior del hemocele. Ella es originada, en parte por la acción de las sustancias tóxicas secretadas por el hongo. La muerte del hospedante marca el final de la fase parasítica para continuar creciendo saprofiticamente por todos los tejidos y compitiendo en ciertos insectos con la flora bacteriana intestinal.

El tiempo que demanda la muerte del insecto dependerá de la cepa del hospedante y de los factores ambientales. Se pueden observar cambios en su comportamiento normal antes de la muerte y cuando ella ocurre no se observan aun signos visibles de una enfermedad fúngica.

Colonización total: Luego de la muerte, el micelio invade todos los órganos y tejidos comenzando en ciertos casos con el tejido graso. Después de la colonización total, aunque en algunos casos el hongo llega a respetar algunos tejidos como glándulas de seda, músculos, tráquea y huevos de pulgones ovíparos, el cadáver se transforma en una momia resistente a la descomposición bacteriana, aparentemente y sin poder generalizar, debido a la acción de antibióticos liberados por el hongo; entre ellos, el oosporin en *Beauveria bassiana* o el cordycepin en *Cordyceps militaris*. Estas momias sirven como reservorio del hongo para pasar las condiciones climáticas adversas (Madelin, 1963 citado por Lecuona, 1995).

Emergencia del hongo hacia el exterior: el hongo se encuentra formando una gran masa miceliar en el interior del hospedante, manteniendo intacto su tegumento. Puede permanecer bajo esta forma en cuanto las condiciones de humedad relativa sean bajas. En cambio, en ambientes húmedos y cálidos logrará atravesar nuevamente el tegumento pero esta vez desde el interior hacia el exterior del insecto.

Generalmente, emerge por las regiones menos esclerosadas del tegumento, como las membranas intersegmentales o los espiráculos, pero dependerá también del hospedante y su estado de desarrollo.

En los Entomophthorales, el micelio presente en el interior del cadáver puede evolucionar según las condiciones exteriores en particular, en conidioforos que darán conidios o esporas de resistencia (reproducción asexual o sexual según las especies), tanto al interior como al exterior del insecto muerto.

Esporulación: Una vez que las hifas atraviesan el tegumento, ellas pueden quedar en esta etapa vegetativa o pasar a la reproductiva dentro de las 24 a 48 horas, con formación de conidios o esporas, si las condiciones de humedad relativa son altas. El insecto pasa ahora a tomar una coloración que será característica para cada especie de hongo. Por ejemplo, blanco (*Beauveria*, *Verticillium*), verde claro (*Nomuraea*), verde oliva o ceniciento (*Metarhizium*) etc.

Diseminación: Los conidios o esporas formados sobre los insectos se diseminan por acción del viento, agua, el propio hombre o de otros organismos.

3.6 Aplicación de hongos entomopatógenos:

Debido a que el efecto de los hongos entomopatógenos no es inmediato se requiere realizar la primera aplicación antes que la plaga alcance niveles altos de población o antes del periodo de protección de la espiga. Por tal razón la primera aplicación se debe realizar al inicio de la floración (5-10% de floración). Posterior a la primera aplicación se debe continuar con las actividades de recuento; si se encuentra el umbral de aplicación (0.6) se debe proceder con una segunda y tercera aplicación si es necesario. El producto a utilizar puede ser una formulación sólida o líquida, esta última ofrece mayor tiempo de protección. Ambas formulaciones vienen dosificadas por manzana, la dosis es de 10^{12} conidios por manzana, equivalente aproximadamente a 100 mililitros de la formulación líquida o 50 gramos de la formulación sólida por manzana.

La aplicación debe realizarse después de las 4 de la tarde, para evitar que el sol afecte al hongo aplicado y aprovechar la temperatura de la noche, la cual es más baja que durante el día lo cual favorece el establecimiento del hongo, la sobrevivencia y su multiplicación. La aplicación del hongo puede realizarse con mochila, motobomba o cualquier otro equipo de aplicación.

Debido a que el producto aplicado es elaborado a partir de hongos, no es recomendable hacer aplicaciones de funguicidas durante el periodo de aplicación de hongos porque pueden ser afectados por estos.

Para ver si el hongo esta teniendo algún efecto sobre los chinches es recomendable hacer revisiones en el campo 2 o 3 días después de la aplicación del hongo. Se pueden encontrar chinches muertos cubiertos por el micelio de hongos, blanco si es Beauveria y blanco a verde si es Metarhizium. También se pueden encontrar chinches muertos que no están cubiertos por el micelio del hongo. En cualquiera de los casos es conveniente recolectar los insectos muertos y colocarlos en cámara húmeda para esperar el crecimiento del hongo y proceder a su identificación.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del ensayo

El trabajo fue ejecutado de Julio a Octubre del año 2000, realizando una fase de laboratorio y otra de campo. La fase de laboratorio fue realizada en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria y consistió en la evaluación de la patogenicidad de cepas de hongos entomopatógenos sobre el chinche de la espiga del arroz. La fase de campo fue realizada en la finca Las Lajas de la empresa arrocera Venllano, ubicada en Malacatoya-Granada y consistió en la evaluación de dos cepas de *Beauveria bassiana* formuladas en polvo y aceite; y una cepa de *Metarhizium anisopliae* también en polvo y aceite. Además la mezcla de dos cepas de ambos hongos formuladas en aceite.

4.1.1 Fase de laboratorio

En el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria se evaluó la patogenicidad de cepas de *Beauveria bassiana* (Bals) y *Metarhizium anisopliae* (Metch), ambas formuladas en polvo sobre el chinche de la espiga del arroz. Para esta evaluación se procedió de la siguiente manera:

4.1.2 Colecta de insectos

Se realizaron recolecciones de insectos adultos en campos comerciales de arroz en Malacatoya donde no habían recibido aplicaciones de insecticidas, se utilizó una red entomológica para su captura. Los chinches obtenidos se colocaron en jaulas con cedazo, donde se les proporcionó plantas de maleza *Echinochloa* spp para su alimentación y sobrevivencia.

4.1.3 Aplicación de tratamientos

En cada jaula se colocaron 150 insectos adultos, a los cuales se les aplicaron cada uno de los tratamientos mediante el método de aspersion usando un atomizador De Vilvis.

La concentración de conidias utilizada fue de 10^8 conidias. En el caso del testigo este fue tratado con agua al mismo momento de aplicación de los otros tratamientos.

4.1.4 Tratamientos evaluados en laboratorio

Los tratamientos evaluados fueron cinco, en el cuadro 1 se describe el tipo de hongo utilizado y la cepa correspondiente.

Cuadro 1. Cepas de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* utilizadas contra el chinche de la espiga *Oebalus insularis* (Stal) a nivel de laboratorio (UNA, 2000)

Tratamiento	Cepas en polvo	Hongo
1	Bb-121	<i>Beauveria bassiana</i>
2	Bb-38	<i>Beauveria bassiana</i>
3	Bb-64	<i>Beauveria bassiana</i>
4	Bb-114	<i>Beauveria bassiana</i>
5	Ma-NB	<i>Metarhizium anisopliae</i>
Testigo	Sin aplicación	

4.1.5 Lectura de mortalidad

Las lecturas se iniciaron a las 24 horas después de haber establecido el bioensayo y se procedió a aplicar los tratamientos, luego se continuo cada 48 horas por 7 días aproximadamente. Estas lecturas se suspendieron cuando la mortalidad en cada uno de los tratamientos comenzaba a estabilizarse o cuando en alguno de los tratamientos se alcanzaba el 100% de mortalidad. En cada lectura, se registró el número de insectos muertos y el número de vivos. Los chiches muertos fueron sacados de las jaulas y colocados en cámara húmeda para inducir al crecimiento y esporulación del hongo. Posteriormente a partir de estos insectos se hizo nuevamente el aislamiento del hongo.

4.1.6 Análisis estadístico

Los datos de mortalidad de *Oebalus insularis* (Stal) fueron analizados mediante Análisis de Varianza, comparación de medias por Tukey al 0.05 % de probabilidad.

4.2 Fase de campo

En esta fase se evaluó la efectividad de cepas de hongos entomopatógenos aplicados individualmente y en mezcla. Se compararon además dos tipos de formulaciones de hongos entomopatógenos, una sólida formulada en polvo y una líquida formulada en aceite.

4.2.1 Diseño Experimental

En este estudio se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo de parcelas divididas en el tiempo. Se seleccionó un lote de aproximadamente 1.5 manzanas, el cual se dividió en parcelas de aproximadamente 1200 m² cada una, donde se aplicaron los tratamientos de forma aleatoria.

4.2.2 Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados corresponden a 3 cepas de hongos entomopatógenos formuladas en aceite y en polvo, en el cuadro 2 se presentan los tratamientos evaluados. Los tratamientos con hongos entomopatógenos se utilizaron en todos los casos una concentración equivalente a 10¹² conidias por manzana. En el caso del testigo la dosis utilizada fue de 1.2 a 1.9 lts/mz.

Cuadro 2. Cepas de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* utilizadas contra el chinche de la espiga *Oebalus insularis* (Stal) en el cultivo de arroz a nivel de campo (Malacatoya 2000)

Tratamiento	Hongo	Formulación	Cepa
1	<i>Beauveria bassiana</i>	Polvo	Bb-114
2	<i>Beauveria bassiana</i>	Polvo	Bb-121
3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Polvo	Ma-NB
4	<i>Beauveria bassiana</i>	Aceite	Bb-114
5	<i>Beauveria bassiana</i>	Aceite	Bb-121
6	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Aceite	Ma-NB
7	<i>Metarhizium anisopliae</i> + <i>Beauveria bassiana</i>	Aceite	Bb-114 + Ma-NB
8	Testigo: Manejo de la finca (Metamidofos y cypermetrina)		

Se hicieron dos aplicaciones de hongos entomopatógenos, a los 79 y 88 días después de la siembra. Las aplicaciones se hicieron con bomba de mochila, para determinar el volumen de solución final, se hizo previamente la calibración del equipo.

4.2.3 Muestreo

El muestreo se hizo al azar en cada parcela, para ello se tomaban cinco puntos y en cada punto se realizó un recorrido de aproximadamente 10 pasos donde se realizaban 10 barridas con una red entomológica o jamo, luego de cada recorrido se contaba y registraba el número de chinches (adultos y ninfas), *Rupela* y saltamontes capturados en las diez redadas. En total se hacían 50 redadas en cada parcela y 400 redadas en todo el lote.

Los muestreos se iniciaron al inicio de la floración del cultivo y se realizaban cada cuatro días, hasta la fase de llenado de grano y consistencia del grano. Los muestreos se realizaron a los 73, 77, 80, 82, 84, 89 y 93 días de establecido el cultivo.

4.2.4 Manejo agronómico

El sistema de arroz en que se trabajó fue arroz de aniego; la siembra se realizó el 31 de Julio 2000. La variedad de arroz utilizada fue Orizica Llano 4 la cual tiene un período de siembra a cosecha de 114 a 120 días y es resistente a las enfermedades fungosas que causan manchado de grano, esta característica es de gran utilidad ya que no se necesita aplicación de fungicidas y por tanto las aplicaciones de hongos entomopatógenos no se ven afectadas. Todas las parcelas en general tuvieron un mismo manejo agronómico, realizando todas las actividades de fertilización, control de malezas y control de plagas de forma igual. La densidad de plantas fue de 33 plantas por pie cuadrado a los 15 dds y 37 plantas a los 40 dds (promedio de nueve estaciones de un pie cuadrado). La altura de planta en su estado maduro fue de 98 cm.

4.2.4.1 Fertilización

Durante todo el ciclo se realizaron 5 aplicaciones de fertilizantes. La primera se hizo a los 15 dds y se aplicó 18-46-0 a razón de 1.5 qq/mz, mezclado con 55 lbs de sulfato de zinc/mz. La segunda aplicación fue sulfato de amonio a razón de 5 qq/mz y se realizó a los 25 dds. A los 35 dds, se realizó la tercera aplicación consistente en sulfato de amonio a razón de 2 qq/mz + 1 qq de potasio/mz. La cuarta y quinta aplicación se realizaron a los 45 y 55 dds respectivamente y consistieron en 2qq de sulfato de amonio por manzana.

4.2.4.2 Control de malezas

El control de malezas se realizó con herbicidas. Los productos utilizados fueron: Nominee 40 SC, aplicado a los 18 –21 dds; Aura 20 EC, aplicado a los 22- 25 dds; y Sirius 10 WP aplicado al inicio del cultivo.

4.2.4.3 Control de plagas

El manejo de langosta en la etapa vegetativa dentro de las parcelas se realizó al inicio del ciclo. Este manejo se realizó mediante inundación con el objetivo de ahogar a las plagas además, al inundar tienden a subirse a la parte superior donde mueren por rayos solares o desecación por el sol, su etapa crítica es de los 10 a 35 dds.

4.2.5 Variables evaluadas.

Numero de *Oebalus insularis* (Stal)

Numero de *Rupela albinella* (Cramer)

Número de *Conocephalus spp*

Rendimiento del cultivo

Calidad Industrial del grano

4.2.5.1 Rendimiento del cultivo

Para medir el rendimiento del cultivo se tomó lo que se conoce como panícula fértil. En cada parcela se tomaron al azar, dos metros cuadrados de panículas, posteriormente se contó el número de panículas por metro cuadrado y se sacó el promedio de panículas por metro cuadrado. Posteriormente se obtuvo el peso de granos en cada metro cuadrado y se obtuvo el promedio. El peso promedio de panículas por metro cuadrado se multiplicó por 7026m^2 (1 mz) para obtener el peso por manzana. El peso obtenido se dividió entre 100 libras (peso de quintal) para obtener el rendimiento en quintales por manzana.

4.2.5.2 Calidad industrial

Para conocer la calidad industrial se tomó 100 gramos de arroz granza, luego se les eliminó la materia extraña y se trillaron. Posteriormente se clasificaron los tipos de grano (primera, segunda, tercera y arroz granza).

4.2.5.3 Fertilidad del grano

Para medir esta variable se tomaron 10 panículas al azar y se contó el número de granos llenos y el número de granos vanos, luego se obtuvo el porcentaje de grano vano y el porcentaje de grano lleno.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Fase de Laboratorio

Según el análisis de varianza (cuadro 3) se encontraron diferencias altamente significativas entre cepas ($P > 0.0001$), de igual manera entre las fechas de lectura ($P > 0.0001$). Además la interacción tiempo por tratamiento resultó significativa ($P > 0.0001$) lo que indica que no todas las cepas alcanzaron el mayor porcentaje de mortalidad en la misma fecha.

Cuadro 3 Resultados del análisis de varianza de *Oebalus insularis* (Stal) evaluados a nivel de laboratorio (UNA- Managua 2000)

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr >F
Lectura	5	12547.27745	2509.45549	125.41	0.0001 **
Rep	2	5.18016667	2.59008333	0.13	0.8800
Lec*Rep	10	200.1052600	20.0105260	1.65	0.1215
Cepa	4	9923.384562	2480.84614	204.39	0.0001**
Lec*Cepa	20	5072.957157	253.647857	20.90	0.0001**

$$R^2=0.9794 \quad C.V=17.5379$$

De acuerdo a la prueba de Tukey la cual se presenta en el cuadro 4 se puede afirmar con un 95% de confianza que, al separar el conjunto de tratamientos comparados se obtienen tres categorías estadísticas. En primer lugar los tratamientos Bb-64 y Bb-114 supera estadísticamente a las demás con un promedio de 33.23 insectos muertos. Le siguen los tratamientos Bb-38 y Bb-121 con promedios de 15.82 y 15.74 insectos muertos. Finalmente, una ultima categoría la constituye el tratamiento Ma-NB que posee el promedio mas bajo con 4.49 insectos muertos.

Cuadro 4. Resultados de Tukey (0.05) del efecto de cinco cepas de hongos entomopatógenos sobre la mortalidad de *Oebalus insularis* (Stal) en laboratorio (UNA 2000)

Cepas	Promedio de Mortalidad diaria	Tukey
<i>Beauveria bassiana</i> -64	33.23	a
<i>Beauveria bassiana</i> -114	30.02	a
<i>Beauveria bassiana</i> -38	15.82	b
<i>Beauveria bassiana</i> -121	15.74	b
<i>Metarhizium anisopliae</i> -NB	4.49	

c

De acuerdo a la prueba de Tukey la cual se presenta en el cuadro 5 se puede afirmar con un 95% de confianza que, al separar el conjunto de fechas comparadas se obtienen cinco categorías estadísticas. En primer lugar la fecha numero seis supera estadísticamente al encontrar un promedio de 38.52 insectos muertos. Le siguen las fechas cinco, cuatro y tres con promedios de 30.48, 22.32 y 13.56 insectos muertos. Finalmente, una ultima categoría la constituye la fecha numero uno, la cual posee el promedio más bajo con 5.35 insectos muertos.

Estos resultados coinciden con García *et al.* (1990) quienes expresan que los hongos no actúan inmediatamente después de su aplicación, sino que necesitan un periodo aproximado a seis días. A partir de este periodo las conidias comienzan a causar efecto sobre la plaga, esto explica el porqué la mortalidad asciende a medida que pasa cada día.

Cuadro 5 Resultados de Tukey (0.05) del efecto de fechas sobre la mortalidad de *Oebalus insularis* (Stal) ocasionada por cinco cepas de hongos entomopatógenos en laboratorio (UNA 2000)

Fechas	Promedio de mortalidad diaria	Tukey
6	38.52	a
5	30.48	b
4	22.32	c
3	13.56	d
2	8.94	
1	5.35	e

e

La mayor mortalidad de chinches ocasionada por todas las cepas en estudio se observó a los once días después de la inoculación. Los porcentajes de mortalidad obtenidos fueron ascendiendo a medida que pasó cada día después de la inoculación (figura 1). De acuerdo al análisis de regresión lineal realizado, la cepa Bb-64 fue la que presentó la mayor tasa de mortalidad, seguida por las cepas Bb-114 y Bb-38.

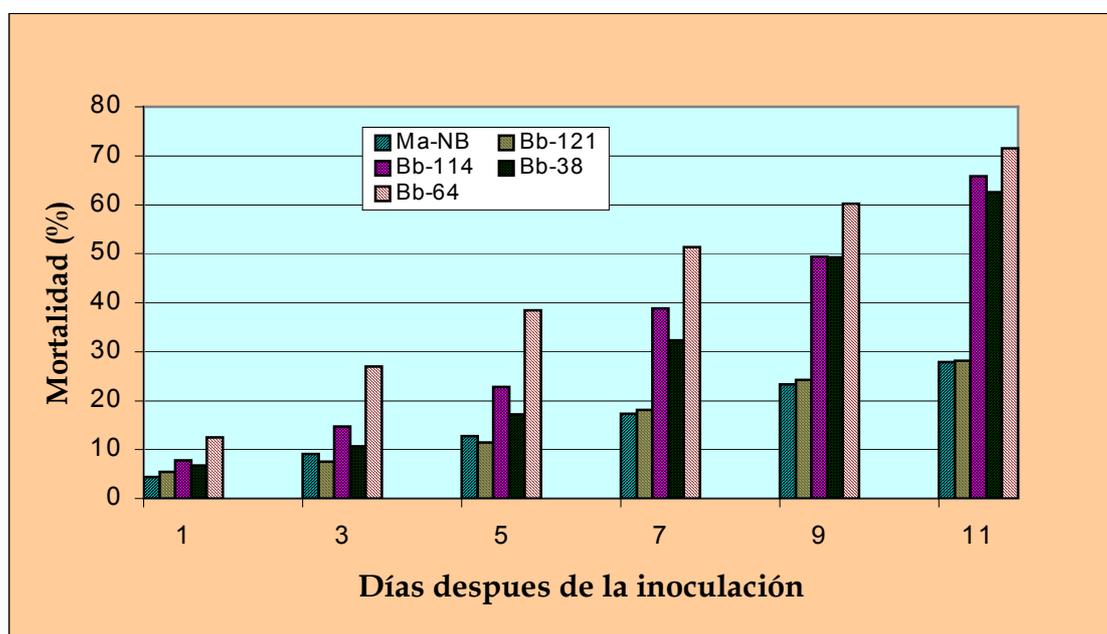


Figura 1. Efecto de cinco cepas de hongos entomopatógenos sobre la mortalidad de chinche de la espiga del arroz *Oebalus insularis* (Stal) en condiciones de laboratorio (Managua, 2000).

Resultados similares fueron encontrados por López (1993, 1994), Fernández *et al* (1993); Quiroz *et al* (1994); Gómez *et al* (1995), De Araujo, *et al*, 1975; quienes utilizando cepas de *Beauveria bassiana* (Stal) sobre larvas de *Plutella xylostella*, picudo del algodón (*Anthonomus grandis*), broca del caféto (*Hypotenemus hampei*), picudo del chile (*Anthonomus eugine*), la cigarrinha de los pastos, *Zulia entreriana* (Berg) y *Aenolamia selecta* (Walker) encontraron mortalidades superiores al 70 %.

5.2 Fase de campo

En campo las plagas que se presentaron fueron *Oebalus insularis* (Stal), *Rupela albinella* (Cramer) y *Conocephalus spp.* En general la incidencia de las mismas fue baja en todos los tratamientos a excepción de algunas fechas de muestreos, durante el ciclo agrícola Agosto-October 2000.

Aunque las poblaciones fueron bajas en todos los tratamientos existe diferencia significativa entre las fechas de muestreo, lo que indica que la incidencia de las plagas varía de una fecha a otra.

5.2.1 Numero de adultos de chinches

La incidencia de chinches fue baja en todos los tratamientos, sin embargo en el primer muestreo la población sobrepasó el nivel de aplicación establecido que era de 60 chinches en 100 redadas.

A los 73 días después de la siembra (dds) el cultivo se encontraba iniciando su fase reproductiva, posteriormente la población fue descendiendo, este comportamiento fue similar en todos los tratamientos, alcanzando niveles inferiores a 10 chinches en 50 redadas.

Según el análisis de varianza el cual se presenta en el cuadro 6 indica que hay diferencia altamente significativa entre las fechas de muestreo, lo que significa que las poblaciones de chinches variaron de una fecha con respecto a la otra. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Aun así, en la figura 2 se puede observar que la cepa de *Beauveria bassiana* (Bals), cepa 114 formulada en polvo mostró siempre la menor población de la plaga, seguidas de las cepas Bb-121 también formulada en polvo.

Cuadro 6 Resultados del análisis de varianza de *Oebalus insularis* (Stal) evaluados a nivel de campo (Malacatoya 2000)

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr >F
Fecha	6	31.51361590	5.25226932	7.68	0.0001 **
Sitio	4	1.33251533	0.33312883	0.49	0.7452
Fecha*Sitio	24	16.42018525	0.68417439	1.60	0.0448
Tratamiento	7	2.95735015	0.42247859	0.99	0.4430
Fecha*Tratamiento	42	17.39341492	0.41412893	0.97	0.5362

R²=0.453117 C.V=40.82035

Los tratamientos que presentaron mayor nivel poblacional durante el estudio fueron las cepas Bb-114 formuladas en aceite y la mezcla de Ma-NB con Bb-121 también en aceite, de acuerdo a estos resultados las cepas formuladas en polvo tuvieron mejor efecto que las formuladas en aceite.

Los muestreos en que se encontró menor población corresponden a las fechas posteriores a la aplicación de los tratamientos, por lo que podemos observar que todos los tratamientos tuvieron un efecto similar sobre las poblaciones de las plagas, manteniendo a estas por debajo del nivel de aplicación establecido.

Las formulaciones en polvo tuvieron un mayor efecto sobre al población de chinches en comparación con las formulaciones en aceite, esto no concuerda con Carballo (1996) quien evaluó cepas de *Beauveria bassiana* (Bals) en polvo y aceite sobre *Cosmopolites sordidus* y determinó similar mortalidad. En nuestro caso se evidencia que el tipo de formulación del hongo mejora la mortalidad del mismo sobre determinadas plagas.

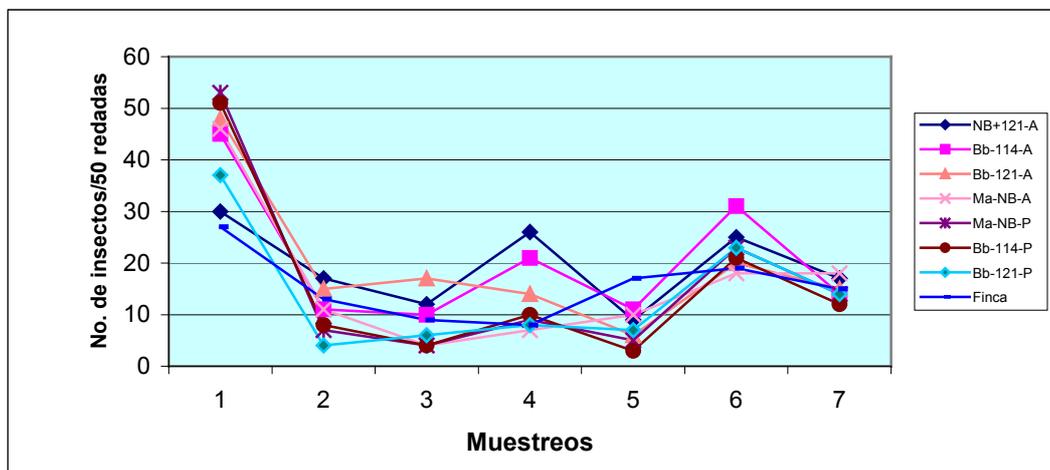


Figura 2. Comportamiento de la población de chinche de la espiga *Oebalus insularis* (Stal) en el cultivo del arroz durante el ciclo de riego, Malacatoya 2000.

Según estudios realizados en Brasil y Cuba las aplicaciones apropiadas de *Metarhizium anisopliae* (Metch) pueden lograr una reducción significativa de las poblaciones del chinche en el cultivo del arroz, así mismo otros autores encontraron que cepas de hongos de *Beauveria bassiana* redujeron significativamente la población de tipos de picudos a nivel de campo, lo cual es similar en nuestro caso con las poblaciones de chinches (Rubial et al, 1998 citado por Alvares, 1985).

5.2.2 *Rupela albinella* (Cramer)

Con respecto a la incidencia de esta plaga, se obtuvieron similares resultados a los del chinche, fue baja en todos los recuentos, a excepción de la tercera fecha de muestreo, donde se presentaron las poblaciones más altas durante todo el ciclo tal como se observa en la figura 3.

Según el análisis de varianza el cual se presenta en el cuadro 7, indica que existe diferencia altamente significativa entre las fechas de muestreo, lo que significa que las poblaciones de *Rupela* variaron de una fecha con respecto a la otra.

No existe diferencia significativa entre los tratamientos, se puede observar que durante el tercer muestreo, el tratamiento que mantuvo la menor población de esta plaga fue la cepa Bb-121 formulada en polvo.

Cuadro 7 Resultados del análisis de varianza de *Rupela albinella* (Cramer) evaluados a nivel de campo (Malacatoya 2000)

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr >F
Fecha	6	28.93972328	4.82328721	7.44	0.0001**
Sitio	4	6.43134500	1.60783625	2.48	0.0708
Fecha*Sitio	24	15.54933323	0.64788888	1.66	0.0326
Tratamiento	7	2.98938067	0.42705438	1.09	0.3683
Fecha*Tratamiento	42	9.38159680	0.22337135	0.57	0.9832

R²=0.452797 C.V=44.04601

El tratamiento que presentó mayor nivel poblacional durante esta etapa fue la cepa de *Beauveria bassiana* (Bals) cepa 121 formulada en aceite. Al igual que en el caso de los chinches se puede decir que de acuerdo a los resultados obtenidos, las cepas formuladas en polvo tienen mejores efectos que las formuladas en aceite, lo cual demuestra que la formulación de ciertos hongos en polvo puede aumentar la efectividad de la misma. Esto se puede deber a que las formulaciones en aceite, son propicias a ser afectadas por los rayos solares, reduciendo la viabilidad de las esporas.

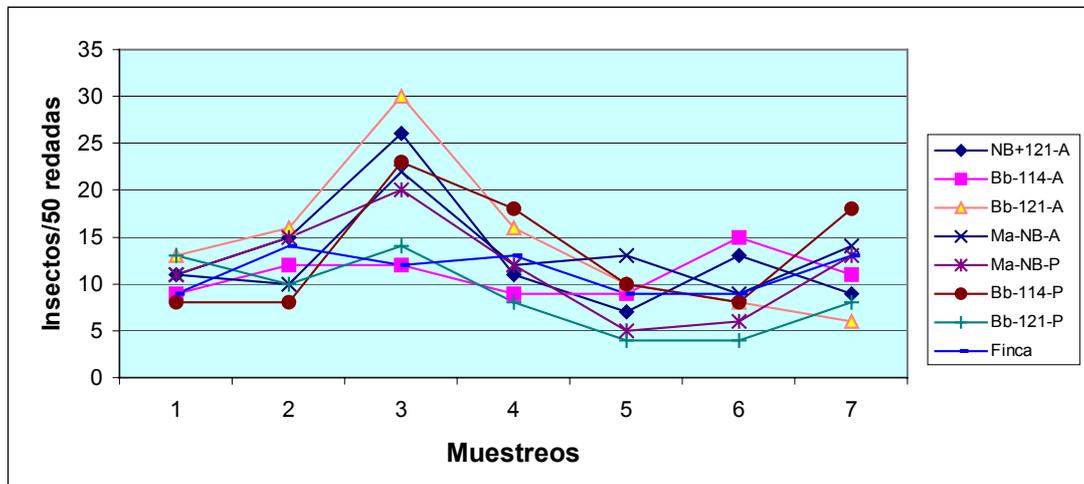


Figura 3. Comportamiento de la población de *Rupela albinella* (Cramer) en el cultivo del arroz durante el ciclo de riego, Malacatoya 2000.

Al final del muestreo, los tratamientos que presentaron las menores poblaciones de *Rupela albinella* (Cramer) fue la cepa Bb-121 formulada en polvo y en aceite, así como la mezcla de *Beauveria bassiana* (Bals) cepa 114 más *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita ambas formuladas en aceite. Se puede observar además que el tratamiento donde se mantuvieron más estables las poblaciones de esta plaga. Con respecto a las fechas la menor población se presentó en las fechas 5 y 6 y la mayor población en la fecha 3.

5.2.3 Saltamontes

Para este caso, el análisis de los datos reflejados en el cuadro 8 no existe diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, existe una alta significancia para las fechas y para la interacción sitios por fecha, lo que nos indica que las poblaciones variaron en el tiempo.

Durante el segundo muestreo se presentó un pico poblacional, en donde las mezclas de *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita más *Beauveria bassiana* (Bals) cepa

121 y *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita aplicada individualmente y formuladas en aceite presentaron la mayor población. En ese mismo muestreo el tratamiento *Metarhizium anisopliae* niña bonita en polvo fue el que registró la población más baja.

Cuadro 8 Resultados del análisis de varianza de *Conocephalus sp* evaluados a nivel de campo (Malacatoya 2000)

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	Pr >F
Fecha	6	20.15616782	3.35936130	6.58	0.0003**
Sitio	4	5.76579447	1.44144862	2.82	0.0473
Fecha*Sitio	24	12.25076805	0.51044867	1.54	0.0592
Tratamiento	7	0.95592194	0.13656028	0.41	0.8946
Fecha*Tratamiento	42	12.64105014	0.30097738	0.91	0.6369

R²=0.443093 C.V=37.35446

A pesar que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, podemos observar en la figura 4 se presenta una variación en el comportamiento de las poblaciones en los tratamientos. En los muestreos donde se encontró una población más baja fue en las parcelas donde se aplicó el tratamiento *Beauveria bassiana* (Bals) cepa 114 formulada en aceite.

Los tratamientos donde se presentó la mayor población fue en el área que se aplicó mezcla de los dos tipos de hongos *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita más *Beauveria bassiana* (Bals) cepa 121 formuladas en aceite.

Con relación a las fechas la menor población en todos los tratamientos fue en la tercera y séptima fecha que corresponden a dos fechas posteriores a las aplicaciones de los hongos. Por el contrario en la fecha que más se presentaron poblaciones altas fue en la

segunda antes de la primera aplicación. Al igual que en el caso de chinches, parece ser que no hay efecto de la cepa sino más bien del tipo de formulación.

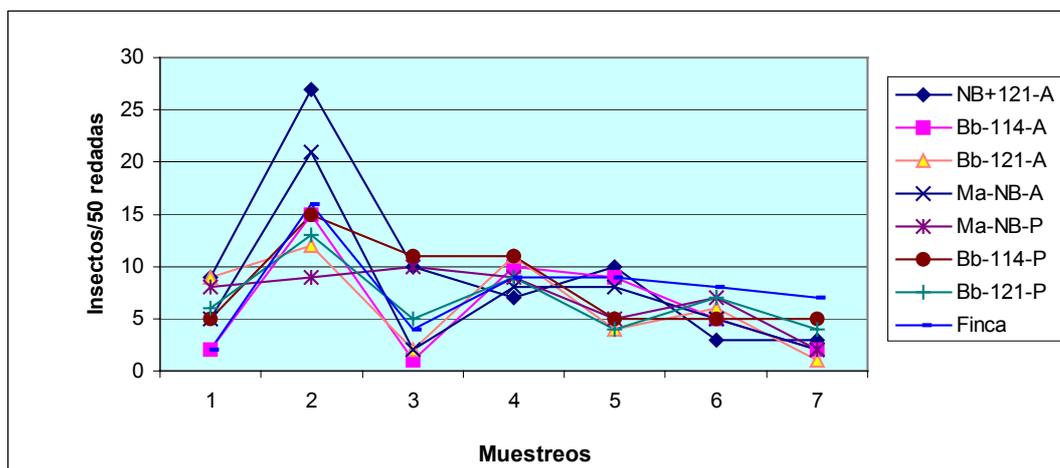


Figura 4. Comportamiento de la población de saltamontes, en el cultivo del arroz durante el ciclo de riego, Malacatoya 2000.

5.2.4 Rendimiento

5.2.4.1 Numero de panículas/m²

Los tratamientos utilizados no tuvieron efecto sobre la variable número de panículas fértiles por metro cuadrado. Sin embargo, donde se aplicó el tratamiento *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita formulada en polvo existió el mayor número de panículas fértiles por metro cuadrado con 361 panículas comparado con el químico que fue de 340 panículas.

El análisis de varianza para esta variable refleja que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio.

5.2.4.2 Rendimiento (qq/mz)

Los tratamientos *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita y *Beauveria bassiana* (Bals) formuladas en polvo y aceite al cultivo del arroz no tuvieron influencia en el peso de granos de 1 metro cuadrado y por tanto al rendimiento del cultivo.

Aun así, existió un incremento de estas variables en el área donde se aplicó *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita en polvo y *Beauveria bassiana* (Bals) cepa 121 en aceite con 73 qq/mz comparado con el manejo de la finca (químico) que fue de 72 qq/mz y el menor peso con 59 qq/mz, se obtuvo de la parcela donde se aplicó la cepa *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita en aceite.

El análisis de varianza para estas variables señala que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio.

Según Vanegas (1998) citado por MAG-FOR (1998), el rendimiento promedio del arroz con riego fue de 60 qq/mz y el mismo Ministerio, reporta que en el ciclo 97-98 el rendimiento promedio fue de 41 qq/mz en 35,000 mz bajo riego en la zona de Malacatoya, Departamento de Granada.

El INTA en la finca las Lajas ubicada también en la zona de Malacatoya para Enero de 1997 utilizando la variedad Orizica Llano 4 obtuvo un rendimiento de 65 qq/mz, en ese mismo año y variedad de arroz en la época de Julio obtuvieron 43 qq/mz.

Comparando estos resultados obtenidos con el manejo convencional que le dan al cultivo y los obtenidos con el uso de hongos entomopatógenos se ven datos similares e incluso algunos mejores para el segundo caso.

VI. CONCLUSIONES

- La mayor mortalidad del chinche en condiciones de laboratorio fue causada por *Beauveria bassiana* (Bals) Bb-64 mortalidad, seguida por las cepas Bb-114 y Bb-38.
- Las menores mortalidades de chinches a nivel de laboratorio se presentaron en los tratamientos donde se utilizó Ma-NB
- A nivel de campo los tratamientos que tuvieron mejor efecto sobre las plagas fueron *Beauveria bassiana* (Bals) cepa 114 y *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita, ambas formulados en polvo.
- Los tratamientos donde se presentaron las mayores poblaciones sobre las plagas fueron *Beauveria bassiana* (Bals) cepa 114 formulada en aceite y la mezcla de *Metarhizium anisopliae* (Metch) cepa niña bonita más *Beauveria bassiana* (Bals) cepa 121 en aceite.
- Las formulaciones de hongos en polvo tuvieron mejor efecto sobre la población de plagas que las formulaciones en aceite.
- Las cepas de *Beauveria bassiana* 114 y *Beauveria bassiana* 64 fueron las que presentaron mejores resultados tanto en el laboratorio como en el campo.

VII. RECOMENDACIONES.

- Las cepas *Beauveria bassiana* (Bals) cepas 64 y 38 que causaron altas mortalidades en laboratorio, deben ser evaluadas en condiciones de campo.
- Se debe realizar estudios con otras cepas de *Beauveria bassiana* (Bals) y *Metarhizium anisopliae* (Metch) formuladas en polvo, ya que en el estudio se observó que este tipo de formulación aumenta la efectividad de las mismas.
- Realizar análisis económico sobre las pérdidas ocasionadas por el daño causado y comparar costos de producción entre manejo con químico y hongos entomopatógenos.
- Se deben hacer pruebas de patogenicidad con otras cepas de *Beauveria bassiana* (Bals) y *Metarhizium anisopliae* (Metch) para observar diferentes resultados.
- Realizar estudios similares a este, en diferentes épocas y zonas para evaluar el efecto de estos productos con diferentes niveles poblacionales de la plaga.

VIII. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, G. E.; ALVAREZ, S.A.; PARADA, T.O. Y VARGAS, Z.P. 1985 . Efecto de

Metarhizium anisopliae (Metch) sobre cinco plagas de arroz, en condiciones controladas, Arroz, Federación Nacional de Arroceros, Colombia , 34 (336): 10-15

ANGLADETTE, A. 1975. El arroz. Bluma, Barcelona. P597-640.

ALVES, S.B. 1986. Fungos entomopatogénicos. En: Controle microbiano de insectos.

Rostista Alves, S (coordinador). Manole. P 73-126.

ASOCIACIÓN NICARAGÜENSE DE ARROCEROS. SF. 1998 IV Boletín Técnico

Informativo, Día de campo. Proyecto Validación Transferencia de Tecnología. 13p.

AVILES, I.; HERNANDEZ, D.; HERNANDEZ, J.; GUHARAY, F.; NARVÁEZ, L.;

SANDINO, V. 1998. El daño del chinche de la espiga (*Oebalus insularis*) en el cultivo de arroz en la zona de Malacatoya: la situación actual y perspectivas: informe técnico. Dirección de Sanidad Vegetal - Ministerio Agropecuario Forestal. Managua - Nicaragua.

BIRD F. W. y SOTO, S., 1991. EL Cultivo del arroz en Nicaragua. Ministerio de

Agricultura y Ganadería, Comisión Nacional de Alimentos Básicos, Managua, Nicaragua.

BIRD FAJARDO, W. 1995. Guía tecnológica 2. Cultivo del arroz. Instituto Nicaragüense de tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 12p

CATIE-INTA/MIP. 1994. Uso de hongos entomopatógenos para el control de plagas en Nicaragua. Informe final del proyecto hongos entomopatógenos Centro nacional de diagnóstico fitosanitario, MAG Managua, Nicaragua. P 20-35, 34-41, 54.

DELGADO REYES, W.E. 2000. Control microbial del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), usando hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals Vuill) y *Metarhizium anisopliae* (Metch) en el cultivo del plátano. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Departamento de horticultura. P. 2, 12, 13.

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA. 1995. Manual para la enseñanza del control biológico en América latina. Tegucigalpa, Honduras. P 127-132.

GARCIA, A.; VAZQUEZ, T; PEREZ, T.; LUJAN, M.; ARIAS, E.1990. Efectividad de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Deuteromicotina): (Hypomycetes) sobre *Sogatodes orizicola* (Homoptera: delphacidae) en condiciones controladas. (CUBA). 13 (1-2) : 21-27

GUHARAY, F. 1999. Biología, daño y manejo de *Oebalus insularis*, el chinche de la espiga del arroz. En: hoja técnica- MIP. n.18 Revista de manejo integrado de plagas (Costa Rica) CATIE. No. 51 P.i-iv.

GUTIERREZ, A.; MENESES, R.; ARIAS, E.; HERNÁNDEZ, A.; AMADOR, M. 1991.

La Chinche del Arroz en Cuba. Arroz en Las Américas. Colombia, CIAT 12 (2):

- KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. 1984. Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios de América Central. Overseas Development Administration. Londres. 60-61, 110-111, 135-136.
- LEUCONA, R.; PAPIEROK, B.; RIBA, G. 1995. Hongos Entomopatógenos. En: Microorganismos Patógenos empleados en el Control Microbiano de Insectos Plagas. LEUCONA, R. (Edit) p. 35-55.
- MARTINEZ, J. A, & Ocon 2000. Pruebas avanzadas de rendimiento, evaluación de 10 líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L) en comparación con tres variedades comerciales bajo condiciones de riego. Malacatoya, Granada. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, escuela de producción vegetal. P. 1,2,9.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, 1991. El Arroz. Guía técnica. Managua, Nicaragua. 324 p.
- PATHAK, M.D. 1975. Plagas del arroz y su control. En: Cultivo del arroz: Manual de producción. Escuela de agricultura, Universidad de Filipinas. Limusa, México p 203-236.
- PATTA, S. K. 1986. Insectos , enfermedades y otras plagas del arroz y su control . En:Producción de arroz : fundamentos y prácticas . Limusa, México. P. 471-493.

PEREZ, C. R.; VERGARA, R. 1998. patogenicidad de los Hongos Entomopatógenos

de Plagas del Arroz. Arroz, Federación Nacional de Arroceros, Colombia , 47 (417): 24-30

PEREZ, C. R.; VERGARA, R. 1999. Biodiversidad de Hongos Entomopatógenos para el Control de Plagas del Arroz en el caribe Húmedo. Arroz, Federación Nacional de Arroceros, Colombia , 48 (418): 16-22

PEREZ, C. R.; VERGARA, R. 1997. Aspectos Bioecológicos de Chinchas. Arroz, Federación Nacional de Arroceros, Colombia , 46 (441): 20-22

RODRÍGUEZ , M, A. 2000. Efecto de concentraciones de aceite de algodón sobre la viabilidad, patogenicidad, estabilidad de la cepa CB-32 de *Beauveria bassiana* (Bals Vuill). Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. DPAF. P. 2, 4, 6.

RODRÍGUEZ PEREZ, M.T. 1999. Efecto de tres niveles de nitrógeno en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) con 4 variedades y una línea promisorio bajo el sistema de riego por inundación en la localidad de Malacatoya. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, escuela de producción vegetal. P. 1,2,3.

SOMARRIBA, C. 1997. Arroz. En: Texto de Granos Básicos, Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua, Nicaragua. p. 152-195

SURAJIT, K. De datta. DATTA, S.K. De. 1986. Producción de arroz: fundamentos y practicas. Limusa, México. P 471-493.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA. 2000. Taller de Producción y Uso de Hongos Entomopatógenos (Versión Preliminar). Proyecto Desarrollo de Opciones de Manejo Integrado de Plagas Insectiles con Énfasis en el Uso de Hongos Entomopatógenos. UNA-CATIE/INTA-FAITAN, Managua, Nicaragua.

VERISSIMO CORREA, L.A. 2000 Cereales: el arroz. En: Enciclopedia Práctica de la agricultura la ganadería. Gispert, C. (Edit). Oceano/Centrum, España. P 299.

VIGNES, W. E.; 1991. Plagas del Arroz Registradas en Trinidad. Arroz en Las Américas. Colombia, CIAT 12 (2): 4-6

IX. ANEXOS

ANEXO 1

Adulto de *Oebalus insularis* (Stal)



ANEXO 2.

**Adulto de *Oebalus insularis* (Stal)
afectado por *Beauveria bassiana*
(Bals)**



ANEXO 3.

**Adulto de *Oebalus insularis* (Stal)
afectado por *Metarhizium anisopliae*
(Metch)**

