



FEDEARROZ

FONDO NACIONAL DEL ARROZ

Alternativas de Manejo Natural y Biológico en la Finca AMTEC

Parasitoides



Acondicionadores
del suelo



Predadores



Manejo
Biológico

Entomopatógenos



AMTEC

Adopción Maestra de Tecnología



ALTERNATIVAS DE MANEJO NATURAL Y BIOLÓGICO EN LA FINCA AMTEC

Autores

*1.A M.Sc. Alfredo Cuevas Medina
1.A M.Sc. Ph. D. Armando Castilla Lozano
1.A M.Sc. Cristo Rafael Pérez Cordero
1.A M.Sc. Olga Lucia Higuera Acosta
Fedearroz - Fondo Nacional del Arroz*

Bogotá, Noviembre 2018

MANUAL DE CONSULTA

ALTERNATIVAS DE MANEJO NATURAL Y BIOLÓGICO EN LA FINCA AMTEC

1. INTRODUCCION

Esta cartilla está diseñada como manual de consulta para que a los productores en el programa AMTEC se les facilite el reconocimiento y la toma de decisiones de manejo fitosanitario de los limitantes agronómicos del cultivo. Para evitar el abuso en el agroecosistema arrocero como la contaminación por pesticidas, resistencia creciente de los plaguicidas, residuos de fertilizantes, disminución de la eficiencia energética o pérdida de la biodiversidad. La competitividad del sector arrocero es uno de las metas gremiales de FEDEARROZ basada en una producción sustentable con un manejo de los recursos usados en arroz ecológicamente adecuado, mediante el diseño y ejecución de estrategias de producción adecuadas con la conservación de los recursos, en cada zona de producción. El programa AMTEC como modelo de transferencia de tecnología rompe el paradigma de la revolución verde agotada y superada, por un manejo sustentable que contribuye a evitar el daño ambiental. Los productores en AMTEC se están capacitando para que interaccionen con su sistema productivo y aumenten su conocimiento sobre el funcionamiento del agroecosistema arrocero de una manera diferente a la de obtener una ganancia económica y lograr percibir el impacto ambiental de ciertas prácticas agrícolas sobre el ambiente.

2. EL PROGRAMA AMTEC EN EL CONTEXTO DE LA PRODUCCIÓN ARROCERA

2.1 La producción arrocera Sustentable.

El área arrocera del país para el año 2014 alcanzó las 456000 ha; de esa actividad dependen 3000 familias en 180 municipios de Colombia; con una producción anual de 2280000 toneladas de arroz paddy verde. Salvo algunas áreas que están dedicadas a rotación con otros cultivos o la ganadería arrocera alternativa, las demás tienen dedicación exclusiva e intensiva al cultivo del arroz. El arroz permite a los productores satisfacer sus necesidades presentes, preservando los recursos, implementando tecnologías y racionalizando el uso de los insumos para que las nuevas generaciones puedan permanecer en equilibrio en el negocio. El sistema productivo arrocero en el programa AMTEC es suficientemente productivo buscando la eficiencia de los procesos, los ambientes y épocas ideales de producción; económicamente viable en el tiempo logrando la competitividad; reduciendo los costos de producción; favoreciendo la inversión; mejorando la calidad de vida familiar para evitar la dependencia del mercado, de los insumos o el monocultivo; ecológicamente adecuado en usar solo los recursos necesarios, preservando su permanencia en un ambiente sano reduciendo la carga química aplicada; cultural y socialmente aceptable en la que promovemos mediante la transferencia la equidad, la interacción de los productores para aunar esfuerzos en la defensa del gremio, de las instituciones, del sector y del arroz como producto sustentable. No olvidando que el objetivo principal del productor arrocero es contribuir con la seguridad alimentaria de su pueblo entregando producto sano, inocuo y apetecido. Las fincas arroceras AMTEC independiente de su razón social, ubicación, área o, propietario están constituidas como empresas organizadas generadoras de empleo, bienes y servicios, comprometidas en la lucha contra el hambre, la pobreza y dignidad humana. Las experiencias de muchos productores en las fincas AMTEC en el tiempo ha sido la conciencia de cambio, mostrando recuperación de un sistema productivo disturbado poco productivo e inestable a modelos de productividad y competitividad.



2.2. Producción limpia en la finca AMTEC

El monitoreo, ha sido una herramienta muy importante para evaluar los limitantes de la producción y la toma de decisiones, que conllevan a entender los procesos de lo natural; reduciendo en los productores, el afán de solucionar todo con altos costos de aplicaciones. Esta herramienta ha permitido a los productores AMTEC saber que existe la diversidad biológica, el equilibrio natural entre especies, identificar los controladores biológicos y aprender de las variedades, sus características y comportamientos frente a la dinámica de poblaciones de artrópodos en el cultivo. Como segunda estrategia en adelantos tecnológico, en las fincas AMTEC es el manejo del cultivo por ambientes, que permite caracterizarlos por: la disponibilidad de los componentes de producción respecto al suelo, al agua, clima y la producción. Este manejo específico permite generar cambios en los sistemas de siembra pasando de voleo a siembra mecanizada y de altas densidades de semillas a densidades menores; utilización de umbrales de insectos fitófagos para reducir las aplicaciones de insecticidas, el banco de semillas de malezas para toma de decisiones y manejo integrado con menor número

de aplicaciones de herbicidas; época de siembra y nutrición balanceada para reducir la incidencia de enfermedades. En AMTEC se implementa las siembras mecanizadas en cero labranza en suelos adecuados, nivelados, descompactados y con enmiendas; buscando la conservación del suelo mediante la recuperación de sus proporciones físicas, química y biológicas, facilitando el accionar de los microorganismos fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo e inductores de resistencia en general. Para afrontar la reducción del agua por efectos de la variabilidad climática se acondiciona el suelo para aumentar su retención con la adición de materia orgánica y de primera mano el uso de los residuos de cosecha tratados para ser integrados al suelo; logrando reducir de 15000m³ hasta 6000 m³ en algunas zonas la cantidad de agua derivada por hectárea. La reducción de la carga química y el uso racional de los recursos están generando para el consumidor grandes ventajas comparativas al consumir productos más sano y seguro para los colombianos.

3. ALTERNATIVAS DE CONTROL BIOLÓGICO Y NATURAL DE LOS LIMITANTES DE LA PRODUCCIÓN

En esta guía nos referiremos al control biológico y natural de los limitantes de la producción de tipo agronómico como son: los insectos fitófagos, las malezas, las enfermedades y se incluye a los microorganismos biológicos habitantes y mejoradores del suelo como parte del ambiente en donde se desarrolla el cultivo del arroz.

3.1 EL CONTROL NATURAL

El Control Natural es aquel agente biótico o abiótico que mantiene en equilibrio la dinámica de una plaga en el agroecosistema sin que ella cause daños de importancia económica.

Los factores abióticos influyen en aspectos como incidencia, esporulación, longevidad, crecimiento, reproducción, distribución o estacionalidad y se refiere a los factores del clima como: temperatura, humedad relativa, precipitación, evaporación, viento y nubosidad.

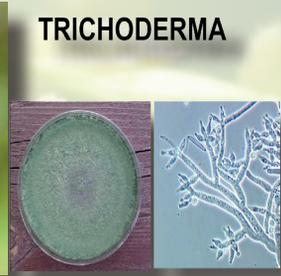
Los factores bióticos, lo componen los controladores naturales que en el caso de los insectos fitófagos su función es regular las poblaciones; en el caso de las enfermedades reducir el avance de las estructuras reproductivas de los patógenos y en el suelo, los microorganismos actúan como biofertilizantes o en la mejora de la disponibilidad de los nutrientes y protegen a las plantas de los patógenos que las afectan.



Argiope trifasciata



Diastatops intensa



Trichoderma spp

3.2. EL CONTROL BIOLÓGICO.

El control biológico es un método de control aplicado mediante la manipulación del hombre de los enemigos naturales - insectos, hongos, bacterias, Nematodos- para reducir las poblaciones consideradas como plagas. Es un sistema racional y económico de bajo impacto ambiental, no contaminante y no genera productos residuales en el ambiente. Para mejor entendimiento de la importancia e identificación de los controladores biológicos nos referiremos a métodos de control de los insectos fitófagos; de las malezas, las enfermedades y los acondicionadores del suelo o biofertilizantes.

3.3. METODOS DE CONTROL BIOLÓGICO DE INSECTOS FITOFAGOS.

Los agentes de control biológico pueden ser utilizados de diferentes formas para el control de insectos fitófagos en los cultivos. La conservación, la introducción y el aumento constituyen los tres métodos generales de control biológico:

* **Conservación.** consiste en proteger, mantener e incrementar los enemigos naturales presentes en el ambiente, con el fin de aumentar el impacto sobre los organismos dañinos. Se aplica aumentando el alimento, el refugio o modificando las prácticas de manejo o promoviendo la actividad, sobrevivencia y reproducción de especies entomófagas presentes en el cultivo.

* **La Introducción.** Es el control biológico clásico y utiliza Enemigos Naturales de plagas exóticas previa evaluación y experimentación. A este método se recurre cuando las plagas de origen nativo no tienen enemigos naturales.

* **El Aumento,** es la adición estratégica de Enemigos Naturales para mejorar la eficacia de los nativos y puede ser por inoculación: liberando enemigos naturales antes que crezca la plaga demasiado; o por Inundación: cuando liberamos de forma masiva los controladores para conseguir un efecto rápido y provienen de crías de producción continua.

3.3.1 AGENTES DE CONTROL BIOLÓGICO DE ARTROPODOS:

Los agentes de control biológico de los insectos fitófagos en el cultivo del arroz los podemos agrupar así:

- » LOS PARASITOIDES
- » LOS PREDADORES
- » LOS ENTOMOPATÓGENOS

Los enemigos naturales se caracterizan por su especificidad, alta capacidad y facilidad de reproducción, amplia adaptación al ambiente, alta habilidad de búsqueda o dispersión y multiplicación en el laboratorio.



En las diferentes zonas arroceras de Colombia se reporta gran diversidad de agentes controladores de artrópodos, encargados de regular las poblaciones a niveles de bajo impacto económico. En la tabla 1 se mencionan algunos enemigos naturales que atacan los diferentes estados de desarrollo de los insectos fitófagos.

Tabla 1. Enemigos Naturales de los diferentes estados de desarrollo insectos fitófagos

Enemigos Naturales	Estados de desarrollo de los fitófagos						%de participación
	Huevo	Larva	Ninfa	Pupa	Adulto	Total	
Parasitoides	13	16	7	3	0	41	51,90
Depredadores	3	5	3	0	4	15	18,99
Entomopatógenos	0	6	0	1	1	8	10,13
Arañas	0	3	5	0	1	9	11,39
Ácaros	0	0	0	0	5	5	6,33
Nematodos	0	1	0	0	0	1	1,26
Total	16	31	15	4	11	79	

3.3.2 LOS PARASITOIDES.

Son organismos que en su estado inmaduro vive dentro o sobre el cuerpo de otro organismo, se alimenta de un solo hospedero y lo van consumiendo lentamente; en su estado adulto viven de forma libre, no siendo parasítico. En este grupo sobresalen los órdenes de insectos Hymenóptera (avispa) y Díptera (moscas). Las avispas como *Trichogramma spp*, *Telenomus remus* y la mosca amazónica *Lydella minense*, son ejemplos de parasitoides en el cultivo de arroz. (Cuevas et all, 2013)

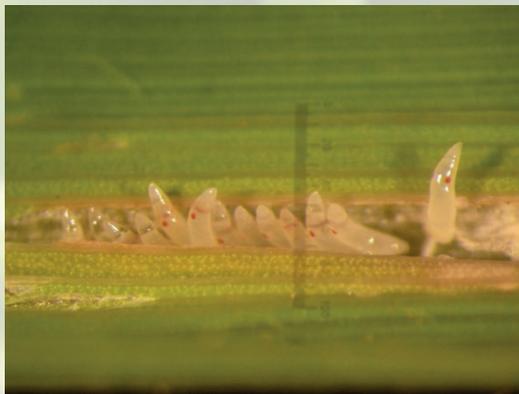


Lydella minense (foto Cenicaña)



Apanteles, parasitando larva de *Diatraea*

Los insectos fitófagos parasitados presentan cambios en su coloración, pierden movilidad, disminuyen su alimentación y finalmente mueren. Los parasitoides que atacan estados tempranos del hospedero, se consideran eficientes porque disminuyen las poblaciones de los insectos dañinos, reduciendo el daño a las plantas. Si su desarrollo se lleva a cabo en el interior del hospedero, se llama endoparasitoide y si es externamente ectoparasitoide.



Endoparasitoide Anagrus sp.,
en huevos de sogata



Ectoparasitoide Haplogonatopus sp en
adultos de sogata

Otros parasitoides de ninfas y adultos del salta hojas (*Tagosodes orizicolus*) *Elenchus sp* (Strepsiptera: Elenchidae) y el díptero *Atrichopogon sp.* (Cuevas et all 2013)

Atacando los huevos de la chinche hedionda *Tibraca limbativentris* el parasito *Telenomus sp.*

Las larvas y pupas del minador de la hoja del arroz *Hydrellia spinicornis* (Díptera: Ephydriidae) son atacados por *Opius sp.* y *Trybliographa sp.*

3.3.3 LOS PREDADORES.

Son organismos carnívoros que en su estado inmaduro o adulto buscan activamente y capturan a sus presas, las cuales consumen parcial o totalmente. El tamaño del predador a menudo es mayor que el de la presa.

Existen dos tipos de predadores: Los generalistas o polífagos y los especialistas. Son generalistas aquellos artrópodos que consumen una amplia gama de presas; concentran su depredación en las más abundantes y pueden sobrevivir en cualquier ecosistema; los especialistas, consumen una especie o grupos de presas y no sobreviven en ecosistemas que no contengan la presa apropiada.



Coccinelido predador especialista

Aracnido predador generalista

Las especies importantes de predadores se encuentran en los órdenes Coleóptera, (mariquitas), Hemíptera, Neuróptera (caballitos), Hymenóptera (avispas), Odonata (libélulas), Díptera (moscas), Dermáptera (tijeretas), Acarina (fitoseidos) y Aranea (arañas). Las arañas, coccinélidos y libélulas son predadores importantes en el cultivo de arroz. Las arañas son fundamentales por su actividad predadora y la abundancia.

Las mariquitas, las libélulas, las avispas y algunos chinches son predadores muy activos en los cultivos de arroz. Las arañas son abundantes predadores y se reportan más de 20 especies con alta capacidad de consumo; una araña puede capturar y matar diariamente más de 4 sogatas y de 3 a 5 loritos verdes.



Zellus longipes,
predador de insectos



Erythemis sp predando
larva de lepidóptero

La principal diferencia entre parasitoides y predadores radica en el número de individuos consumidos por el estado parasítico del parasitoide o estado del depredador. Un parasitoide requiere un hospedero para completar su desarrollo, mientras que un depredador consume varias presas durante su desarrollo inmaduro y/o como adulto.

3.3.4 LOS ENTOMOPATOGENOS.

Son microorganismos que producen una patogénesis letal a los artrópodos ocasionando pérdida de función fisiológica normal y muerte del hospedero. Estos agentes atacan al insecto una vez son ingeridos o a través de la cutícula. Se multiplican rápidamente matando al hospedero por la producción de toxinas o por deficiencia nutricional. Los cadáveres de los insectos liberan millones de conidias individuales que son dispersadas por el viento y la lluvia.



Adulto de *Tagosodes orizicolus* afectado por *Metharrhizium sp.*

Beauveria bassiana afectando pupa de *Mocis*

La mayoría de los entomopatógenos utilizados en control biológico presentan especificidad al hospedero o atacan solo una especie o género. Existen cinco grupos principales de agentes de control microbiológico:

Hongos: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus*

Bacterias: *Bacillus thuringiensis*, *Clostridium sp.*

Virus: Virus de la poliedrosis nuclear (VPN), virus de la granulosis (VG)

Protozoarios: *Hepertomas sp.* *Octosporea sp.*

Nematodos: *Neoapectana sp.*; *Sterneinema sp.*; *Heterorhabditis sp.*; *Hexamermis sp.*



Ninfa de *Oebalus* afectado por *Metarhizium* sp.



Control biológico del acaro *Steneotarsonema spinki* con el hongo *Hirsutella*

Los entomopatógenos causan grandes epizootias cuando la densidad del insecto dañino es alta. Se han observado alta incidencia del hongo *Myiophagus verainicus*, sobre *Spodoptera frugiperda* en poblaciones altas, especialmente en la zona de Cúcuta, Urabá y el Bajo Cauca antioqueño, ejerciendo efecto regulador sobre este insecto.

3.3. 4 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS CONTROLADORES BIOLÓGICOS.

La diversidad de organismos benéficos en los campos de arroz que regulan las poblaciones de los insectos fitófagos explican el por qué se presentan pocos insectos fitófagos de importancia económica. Podríamos afirmar que por cada fitófago haya un enemigo natural por cada insecto dañino registrado.

De los insectos de mayor importancia económica, observemos en la Tabla 2 el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* quien registra veinte (20) controladores representados por siete parasitoides, siete predadores y seis entomopatógenos. (Perez, 2014)

Entre los parasitoides de larva se mencionan a *Meteorus laphygmae*, *Euplectrus* sp y *Chelonus texanus* y de huevos la avispa *Telenomus remus*. Los predadores de larvas sobresalen las avispas *Polybia eritrocefala*, *Polistes canadiensis* y el coccinélido *Coleomegilla maculata*. Entre los entomopatógenos afectando larvas mencionamos a *Nomuraea rileyi*, *Myiophagus verainicus*, *Bacillus thuringiensis* y el nematodo *Hexameris* sp.



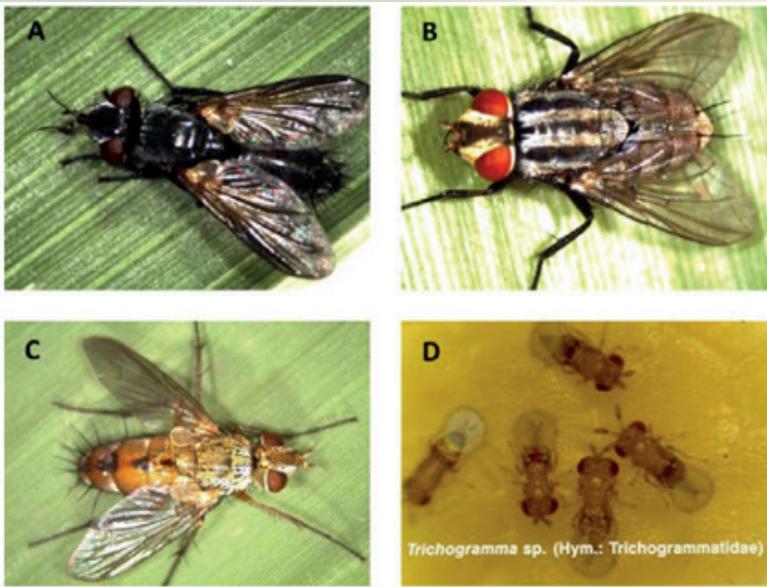
Avispa *Polistes canadensis* parasitoide de larvas

Tabla 2. Número de enemigos naturales de insectos fitófagos del cultivo de arroz.

Insecto fitófago	Categorías de controladores biológicos			
	Parasitoides	Predadores	Entomopatógenos	Total
<i>Spodoptera frugiperda</i>	7	7	6	20
<i>Tagosodes orizicolus</i>	4	4	1	9
<i>Diatraea saccharalis</i>	7	0	1	8
<i>Hydrellia spinicornis</i>	4	0	0	4
<i>Tibraca limbativentris</i>	1	1	2	4

En sogata (*T. orizicolus*) se presentan cuatro parasitoides; la avispa *Anagrus* sp, parasita los huevos que la hembra coloca dentro de la nervadura central de la hoja; las ninfas y los adultos son parasitados por *Elenchus* sp (endoparásito), *Haplogonatopus hernandezae* y *Atrichopogon* sp. (ectoparásitos). Las arañas *Metazygia* sp., *Tetragnata* sp., *Oxiopes salticus*, *Argiope* spp y *Mecynogea* son los predadores más importantes de los adultos y ninfas.

Sobre *Diatraea* spp, se han encontrado siete parasitoides y un hongo patógeno. Sobresalen *Trichogramma* spp como parasitoide de huevo y las moscas tachinidos *Lydella minense*, *Billaea claripalpis*, *Genea Jaynessi*, *Apanteles* sp. y el hongo *Beauveria bassiana* actuando sobre larvas de este barrenador.



Parasitoides de larvas de *Diatraea* sp (A) *Lydella minense*, (B) *Billaea claripalpis*, (C) *Genea jaynessi* y en el estado de huevo (D) *Trichogramma exiguum* Fotos: Luz A Lastra, 2013

En las fincas del programa AMTEC se ha reducido el número de aplicaciones de insecticidas de 3 o 4 a una o ninguna, basados en el monitoreo de reconocimiento, manejo y manipulación de controladores biológicos.

Los nematodos: Algunos géneros de nematodos importantes como el *Hexameris* sp se encuentra afectando larvas del cogollero *Spodoptera frugiperda* durante la estación lluviosa.



Larvas de lepidópteros afectadas por nematodos

3.5 METODOS DE CONTROL BIOLÓGICO DE LAS MALEZAS.

El control biológico de las malezas (CBM). Es un método de control basado en sólidos principios ecológicos, que emplea enemigos naturales de una planta considerada maleza, para disminuir o regular y no erradicar, la densidad de dicha planta antes que alcance los niveles de daño económico.

Estos controladores afectan significativamente la abundancia, productividad y el vigor de su planta hospedera, cuando el principal factor que limita sus poblaciones es el suministro de alimento.

Diversas experiencias han utilizado con éxito:

» **Insectos de los ordenes:** Lepidóptera (*Sphingidae*, *Tortricidae*, *Phycitidae*); Hemíptera (*Coccidae*, *Coridae*, *Tingidae*); Coleóptera (*Cerambycidae*, *Chrysomelidae*, *Alticidae*, *Buprestidae*, *Galerucidae*, *Curculionidae*); Dípteros: (*Trypetidae*, *Agromizidae*).

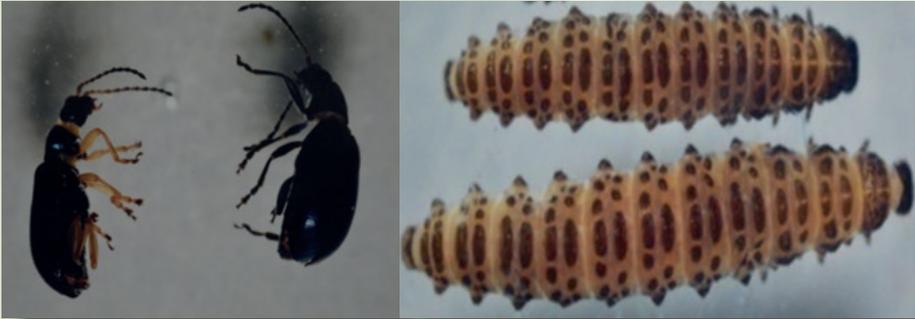
» **Ácaros.** La especie *Tetranychus desertorum* afectando eficientemente a las cactáceas.

» **Hongos.** Como micoherbicidas por ejemplo la roya *Puccinia chondrilina* controlando la planta achicoria dulce asterácea *Chondrilla juncea*; *Coletrotrichum gloeosporoides* y *Phytophthora palmivora* contra la maleza leguminosa *Aeschynomene virginica*. *Puccinia caniculata* contra la ciperácea menta *Cyperus iria*.

» **Bacterias.** la bacteria *Xanthomonas campestris* controla las poas de diversos cultivos *Poa annua*

» **Peces y Caracoles.** Para controlar malezas acuáticas y *Echinochloa* sp

Sobre las malezas palo de agua del género *Ludwigia* spp y *Amannia* sp. se encontraron consumiendo el follaje de las plantas a los insectos *Lyssathia integricolis* Harold, *Lyssathia aenea luctuosa* y *Macrohaltica amethystina* Oliver (Coleóptera: Alticidae). Los insectos colocan los huevos por el envés de la hoja y al eclosionar, las larvas consumen el follaje de la maleza esquelitizando la planta hasta en un 80%. Los adultos, pequeños escarabajos de las dos especies también consumen las hojas siendo más agresivos en la defoliación.



Adultos y larvas de *Lysathia integricolis* de patas amarillas y, *Lysathia aenea luctuosa* de patas negras

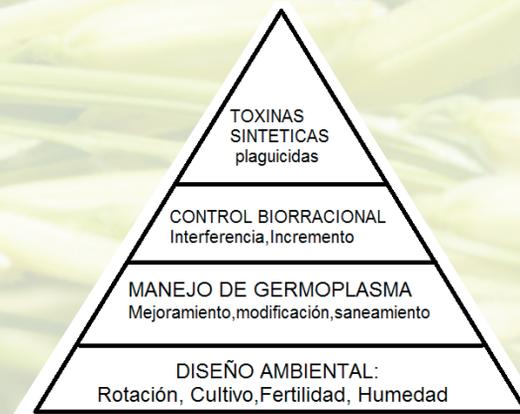
Otra especie poco frecuente es el gusano verde *Pholus fasciatus* (Lepidóptera: Sphingidae) que consume hojas y tallos de la mayoría de especies de la maleza palo de agua; estas larvas que son de gran tamaño son muy voraces pero su población es muy controlada por el parasitoide *Cotesia* sp. que encuentra en ellas un excelente huésped.



3.6. METODOS DE CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES

Las enfermedades de las plantas del arroz necesitan ser controladas para mantener la calidad y rendimientos dentro de un esquema competitivo. Diferentes estrategias se pueden utilizar para prevenir o controlar las enfermedades de las plantas.

Más allá de las prácticas agronómicas, los agricultores usan fertilizantes y pesticidas químicos para su manejo, estos pesticidas han contribuido a incremento de los rendimientos y a la mejora de la calidad, sin embargo, la contaminación ambiental por el excesivo y mal uso de estos agroquímicos, ha cambiado la actitud de los agricultores hacia la propuesta de programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), además de existir políticas de gobierno que están regulando el uso de estos. Es así, que hay un incremento en la disponibilidad de alternativas biológicas a los pesticidas químicos para el control de enfermedades como se observa en el gráfico (McSpadden Gardener, 2002)



En el control biológico de las enfermedades se utilizan organismos naturales o modificados, genes o producto de genes; los agentes biocontroladores son conocidos también como antagonistas. El término antagonismo se refiere al mecanismo generalizado que ellos usan para reducir la supervivencia o actividades causantes de enfermedad de los patógenos de plantas a través de antibiosis, competencia y parasitismo.

El control biológico de enfermedades de plantas con antagonismo es efectuado o logrado por la destrucción del inóculo existente del patógeno, excluyendo al patógeno de la planta hospedera, suprimiendo o desplazando el patógeno después que la infección ha ocurrido.

Un buen ejemplo de control biológico de patógenos son los suelos supresivos, en los cuales los patógenos no se pueden establecer o ellos se establecen

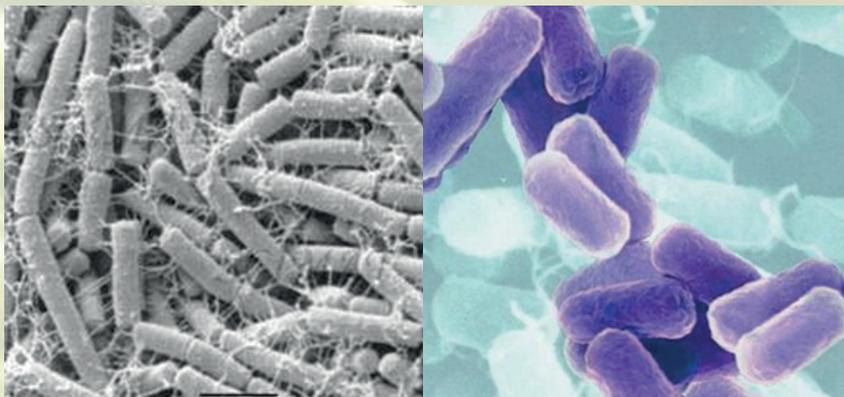
pero falla la expresión de la enfermedad, o ellos se establecen y causan inicio de enfermedad pero la enfermedad tiende a ser menos importante con el continuo cultivo. (Baker and Cook, 1974)

La supresión puede ser caracterizada como:

» *Supresión general*: resulta de la actividad de la biomasa total microbiana en el suelo y no es transferible entre suelos

» *Supresión específica*: Resulta de la actividad de microorganismo individuales o selectos grupos de microorganismos y es transferible.

En algunas zonas arroceras se ha observado menor presencia de Rhizobacterias antagonistas en suelos de plantas con sintomas del virus del Entorchamiento, igualmente se referencia mayor presencia de algunos géneros de bacterias antagonicas en la rizosfera de plantas sanas, de los géneros: *Pseudomonas* sp., *Bacillus subtilis*, *Shigell* sp., *Corinebacterium bovis*, *Serratia* sp., *Bacillus cereus*, *Micrococcus* sp., *Bacillus licheniformis*, *Bacillus brevis*, *Bacillus* sp., *Arcanobacterium* sp.



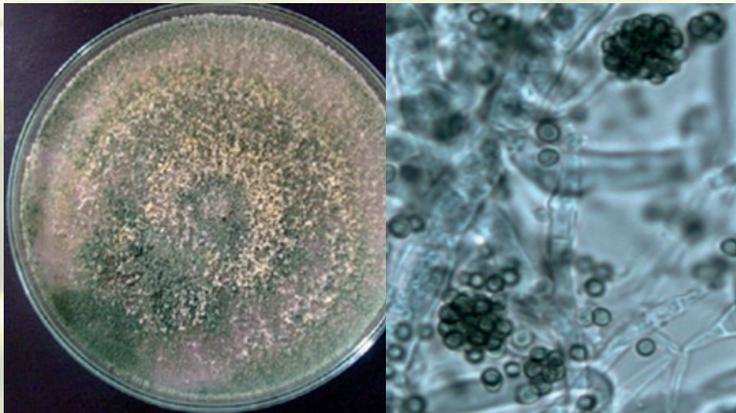
Bacterias antagonistas en la rizosfera de las plantas: *Bacillus cereus*

3.6.1 MECANISMOS DE ANTAGONISMO.

Representa los diversos métodos de biocontrol de enfermedades de las plantas utilizando bacterias y hongos mediante las interacciones: antibiosis, competencia, parasitismo, predación, hipovirulencia e inducción de defensa del hospedero

3.6.1.1 Los **antagonistas** usados como control biológico de patógenos de plantas incluyen bacterias, hongos, nematodos, protozoarios y virus. Con excepciones los antagonistas muchas veces no son específicos su efecto sobre los patógenos es coincidental. Un antagonista coloniza agresivamente las raíces e inhibe un amplio rango de microorganismos, podría proteger las raíces contra patógenos de manera coincidente, aunque existen algunos antagonistas específicos

El ejemplo más utilizado en el cultivo de arroz y en muchas otras especies es el hongo *Trichoderma* el cual es un biocontrolador y colonizador de raíces. A parte de su facilidad para colonizar las raíces de las plantas, *Trichoderma* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y así, aprovechar una fuente nutricional adicional. De este hongo se reporta varios mecanismos.



Hongos biocontroladores: *Trichoderma viride* y *Trichoderma harzianum*

Algunos de estos mecanismos tienen acción directa sobre el hongo fitopatógeno como: micoparasitismo, antibiosis, competición por nutrientes-espacio y la desactivación de las enzimas de los patógenos. Otros mecanismos son de acción indirecta, ya que su acción es elicitar o impulsar mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos de la planta como: tolerancia al estrés por parte de la planta, al ayudar al desarrollo los sistemas radicales, solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos y por ultimo la resistencia inducida.

En el control de *Rhizoctonia* sp en arroz, el hongo *Trichoderma* sp involucra competencia de nutrientes y parasitismo de esclerocios. En cuanto al plasmodio *Polymyxa graminis* vector del furovirus del “Entorchamiento”, *Trichoderma* actúa sobre las estructuras de sobrevivencia llamadas “Cistosoros” degradando por lisis enzimática la pared celular de estos y vaciando su contenido.

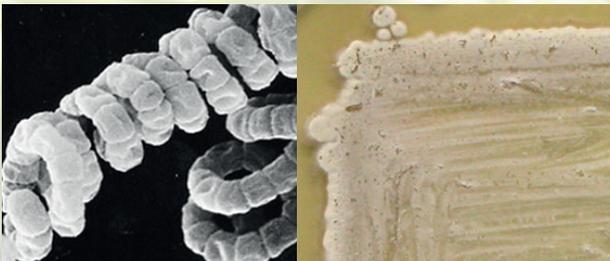


Efecto de una cepa de *Trichoderma virens* sobre la incidencia del Virus del “Entorchamiento”

3.6.1.2 ANTIBIOSIS.

Es la inhibición o destrucción de un organismo por un metabolito producido por otro organismo. Los antagonistas producen poderosos componentes inhibidores de crecimiento que son efectivos contra un amplio grupo de microorganismos. Antibióticos. Los antibióticos no son producidos para patógenos específicos y si son específicos puede variar su producción de acuerdo a las condiciones ambientales

Ejemplo: el uso de los fungicidas-bactericidas de origen biológico son uno de los mas conocidos en el cultivo de arroz, entre estos se encuentran: el ingrediente activo *Kasugamicina* que es producido de forma natural por la bacteria *actinomices Streptomyces kasugaensis*, recomendada para el control de *Piricularia*. (Higuera, 2003)



Bacteria *Streptomyces kasugaensis* para control de *Piricularia*

Otro de los ingredientes activos de origen biológico es el fungicida sistémico al patógeno validamicina, que es un pseudopolisacárido producido por la bacteria actinomiceto, *Streptomyces higroscopycur* variedad *limoneus*, esta molécula es usada en el cultivo de arroz para el control de *Rhizoctonia solani*. Las bacterias *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus subtilis* están reportados como productores de antibióticos que inhiben el crecimiento de hongos como *Pythium* spp., del complejo de Damping off en semillas. La bacteria *Pseudomonas fluorescens* se reporta produciendo antibióticos para el control de *Gaeumannomyces graminis* variedad *tritici*. *Bacillus subtilis* produce antibióticos del tipo *Bacilysin* e *Iturin* que son altamente fungo tóxicos.

3.6.1.3 COMPETENCIA.

Resultado de dos o más organismos luchando por utilizar el mismo alimento (Carbón y Nitrógeno) o fuentes minerales, que ocupan un mismo nicho o sitio de infección.

Pseudomonas fluorescens produce un sideroforo que priva a patógenos como *Fusarium oxysporum* del hierro. Se han evaluado mecanismo de biocontrol para reprimir hongos y bacterias patógenas de arroz con la bacteria *Pseudomonas* sp. estos mecanismos generalmente implican la producción de sideróforos, antibióticos, compuestos volátiles, ácido cianhídrico (HCN), enzimas y fitohormonas.

Se reporta como biocontrolador potencial de *Piricularia* a *P. fluorescens*, controlador de *Rhizoctonia* a *P. fluorescens*, *Pseudomonas putida*. Controlador de *Sarocladium* a *P. fluorescense*.

Para el control de la enfermedad “Bakanae” en arroz se ha propuesto como potencial la bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* subespecie. *plantarum*. La bacteria *Bacillus subtilis* presenta múltiples modos de acción para invadir y atacar hongos fitopatógenos, trabaja creando una zona de inhibición en la hoja para el crecimiento del hongo *R. solani*.

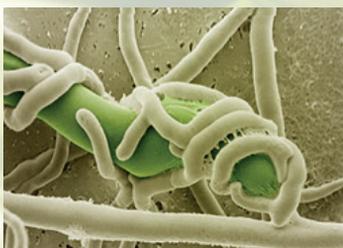
3.6.1.4 Protección cruzada.

Es una forma de competencia en la cual un aislamiento avirulento o débil de un patógeno es usado para proteger contra la infección de uno o más aislamientos virulentos del mismo o relacionado cercanamente con el patógeno.

Ejemplo: RNA satélite “CARNA 5” puede ser usado para reducir la virulencia del Cucumber mosaic virus (CMV) en algunos cultivos de vegetales

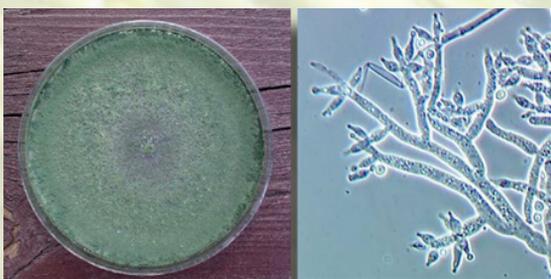
3.6.1.5 Parasitismo.

Es la alimentación de un organismo sobre otro organismo. Puede ser usado con éxito para reducir el inóculo de hongos formadores de esclerocios o prevenir pudriciones de la raíz, pero puede ser menos efectivo en la protección de la germinación de las semillas por el lento establecimiento y por su puesto tomar más tiempo para infectar el patógeno.



Efecto parasítico de *Trichoderma sp* sobre hifa de patógeno

Ejemplos de micoparásitos de interacción hongo-hongo: *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma virens*, *Trichoderma viride*, *Pythium nunn* y *Pythium oligandrum*



Aislamiento y conidias de *Trichoderma sp*

Otro ejemplo es *Paecilomyces lilacinus* este hongo parasita los huevos y hembras de los nematodos con la participación de enzimas líticas causando deformaciones, destrucción de ovarios y reducción de la eclosión. Produce toxinas que afectan el sistema nervioso y causan deformación en el estilete de los nematodos que sobreviven, lo que permite reducir el daño y sus poblaciones.



Paecilomyces lilacinus penetrando en la hembra del nematodo *Meloidogyne sp.*

3.6.1.6 Hipovirulencia.

El control biológico por hipovirulencia, ocurre cuando un aislamiento débil (hipovirulento) de un hongo patógeno que fusiona las hifas (anastomosis) con un aislamiento virulento del patógeno y transmite la condición de hipovirulento a el aislamiento virulento. La hipovirulencia transmisible: resulta de la infección de los patógenos con uno o más RNA de origen viral.

Ejemplo: biocontrol de la enfermedad chancro del castaño (chest nutblight) enfermedad devastadora que tuvo impacto económico y social en las comunidades de Estados Unidos causado por el hongo patógeno *Cryphonectria* parasítica con un aislamiento hipovirulento del hongo.

3.6.1.7 Resistencia Sistémica

Es un mecanismo de biocontrol mediado por la planta en el cual el agente biocontrolador y el patógeno no tienen contacto uno con otro, diferente al antagonismo.

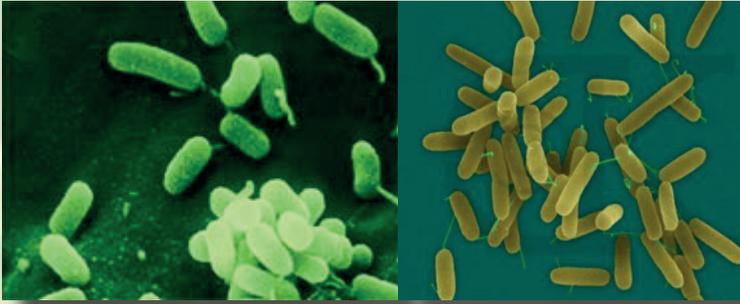
Las plantas responden activamente a una variedad de estímulos ambientales, incluyendo la luz, la temperatura, el estrés físico, el agua y la disponibilidad de nutrientes. También responder a una variedad de estímulos químicos producidos por el suelo y microorganismos asociados a ellas.

Tales estímulos pueden inducir las defensas a través de cambios bioquímicos que mejoran la resistencia contra la infección por variedad de patógenos. La inducción de las defensas del huésped puede ser local o de naturaleza sistémica, dependiendo del tipo, fuente y cantidad de estímulos.

Recientemente, se han caracterizado vías de resistencia sistémica estimuladas por agentes de control biológico y otros microbios no patógenos. La primera de estas vías, es denominado resistencia sistémica adquirida (RSA), está mediada por el ácido salicílico, un compuesto que se produce con frecuencia después de la infección de patógenos y conduce a la expresión de las proteínas relacionadas con la patogenicidad. Estas proteínas incluyen variedad de enzimas algunos de los cuales pueden actuar directamente para lisar células invasoras, reforzar los límites de la pared celular de resistir las infecciones, o inducir la muerte celular localizada.

La segunda vía se refiere como resistencia sistémica inducida (RSI) mediada por el ácido jasmónico o etileno, que se producen seguidas de la aplicación de algunas Rhizobacterias no patógenas. Algunas cepas de biocontrol de *Pseudomonas sp.* y *Trichoderma sp* inducen fuertemente las defensas del huésped vegetal contribuyendo al control biológico de enfermedades de las plantas. (Higuera et al, 2015)

Ejemplo: Colonización de plantas con Rhizobacterias promotoras de crecimiento de plantas puede ser usada para inducir resistencia sistémica en la planta hospedera. Se ha observado el efecto combinado de antibiosis de la Rhizobacterias *Pseudomonas fluorescens* tratando a la semilla combinado con la aplicación aérea induciendo resistencia de ácido salicílico para el control de piricularia en arroz.



Bacterias *Pseudomonas fluorescens*

Bacillus subtilis al establecerse en el sistema radical lo protege y estimula la absorción de nutrientes y al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que le dan resistencia a las plantas al ataque de hongos, bacterias y nematodos patógenos.

Al utilizar agentes biocontroladores de enfermedades tenga en cuenta estas recomendaciones:

No mezclar los biológicos con los agroquímicos.

El hongo *Trichoderma* sp se ve afectado en su desarrollo normal al ser expuesto con la mayoría de herbicidas y coadyuvantes.

La mezcla de tanque con agroquímicos ocasiona diferencias entre cepas en el crecimiento micelial, esporulación y germinación

No dejar expuestos los biocontroladores en sitios con altas temperaturas y humedad

Una vez destapados estos productos debe consumirlos en el menor tiempo posible.

3.7. LOS AGENTES BIOLÓGICOS Y LA BIOFERTILIZACIÓN

Los biofertilizantes se definen como aquellos productos biológicos -microorganismos o sus metabolitos- que participan en el suelo aportando o solubilizando elementos químicos para hacerlos fácilmente asimilables por

las plantas. En el cultivo del arroz se utilizan los de fijación simbiótica de nitrógeno, los solubilizadores de fosforo, bacterias reductoras de azufre, las micorrizas y los descomponedores de materia orgánica.

- » Inoculantes en las semillas
- » Microorganismos solubilizadores de fósforo
- » Microorganismos fijadores de nitrógeno
- » Bacterias reductoras de azufre
- » Las micorrizas
- » Descomponedores de materia orgánica

Estos productos biológicos actúan básicamente sobre el suministro del nitrógeno y del fósforo hacia el cultivo, e incluso otras funciones no menos importantes como desarrollo abundante de las raíces y protección contra patógenos habitantes del suelo, que producen enfermedades fúngicas.

3.7.1 Las semillas inoculadas

Con bacterias del genero *Rhizobium* en las leguminosas, logran el aporte hasta del 70% del nitrógeno de lo que el vegetal necesita, el resto lo extraen del suelo. En el caso de plantas cereales (trigo - maíz) el aporte, cuando los microorganismos están combinados (Micorrizas - bacterias fijadoras de Nitrógeno), es del 20%; el resto lo extrae del suelo.

3.7.2. Microorganismos solubilizadores de fosforo.

Se han identificado diversas cepas de estos solubilizadores en diferentes cultivos y entre ellos el arroz y principalmente bacterias de los géneros *Baccillus*, *Rhizobium*, *Burkholderia*, *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Micrococcus*, *Aerobacter*, *Flavobacterium*, *Mesorhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Erwinia* y hongos como el *Penicillium jhantinellum*.

Levaduras esporógena y criotolerante: *Candida famata*

Con propiedades de sulfato-reducción desasimilatoria el bacilo Gram negativa de hábito heterótrofa y anaerobia facultativa *Aeromonas hidrophila*

posee una proteoenzima muy eficaz en comparación con otras bacterias del mismo género y es considerado un descontaminante efectivo de suelos y aguas subterráneas contaminadas con organofosforados (Park et al., 2003).

El biocontrolador *Rahnella aquatilis*, bacilo Gram negativo como solubilizador de fósforo mineral y de nitrógeno ha sido aislada de frutas y hojas de árboles de manzanas, también estudiada por sus propiedades antagónicas contra *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* en manzanas rojas. (Calvo y Sanz, 2007).

Penicillium janthinellum, Cepa HSF5 ampliamente aplicado como solubilizador de fósforo en suelos arroceros y promotor radicular

3.7.3. Microorganismos fijadores de nitrógeno.



A esta acción contribuyen las bacterias que se desarrollan de forma natural en el suelo, actúan como biofertilizante natural y se clasifican en dos grupos: Las simbióticas, específicas de las leguminosas, como el *Rhizobium*, y las asimbióticas que pueden ser libres habitantes en el suelo no necesitan la planta para su reproducción, y las asociativas como el *Azotobacter* y el *Azospirillum*.

Azotobacter y *Azospirillum*. producen fitohormonas como el ácido indolacético y las citoquininas, capaces de acelerar y potenciar el crecimiento de las plantas, crean barrera protectora contra patógenos, a la vez solubilizan el fósforo a través de enzimas.

3.7.4. Bacterias reductoras de azufre.

Estas bacterias tienen la facultad de reducir el sulfato, sulfito o tiosulfato de manera no asimilatoria, utilizándolos como aceptores de electrones, produciendo como desecho metabólico ácido sulfhídrico. Se reportan dieciocho géneros divididos en dos grupos según si oxidan o no el acetato como fuente de carbono y energía:

Los géneros que utilizan fundamentalmente lactato, piruvato y etanol como fuente de energía y de carbono, reduciendo el sulfato a sulfuro de hidrógeno: *Desulfovibrio*, *Desulfomonas*, *Desulfomaculum*, *Desulfobulbus*.

Los que están especializados en la oxidación de acetato, reduciendo sulfato a sulfuro: *Desulfobacter*, *Desulfococcus*, *Desulfosarcina* y *Desulfonema* (Chalela, 2005)



Bacterias sulfato reductoras (Gemacid)

3.7.5. Las micorrizas.

Se consideran los biofertilizantes naturales del suelo y consiste en una asociación entre un hongo (mycos) y las raíces (rhizos) de la planta; entre múltiples propiedades podemos mencionar el incremento a la resistencia frente a los patógenos del suelo, absorción de nutrientes como fósforo y nitrógeno, mejora de la absorción del agua, mejora de la estructura del suelo y efecto hormonal en el desarrollo de las raíces al aumentar su desarrollo. Las raíces del arroz colonizadas por micorrizas es difícil que lo sean a su vez por hongos patógenos.

Ectomicorrizas: en ellas el hongo forma una especie de manto con sus hifas alrededor de las raíces más delgadas de la planta, pero no llegan a introducirse en sus células, desarrollándose en los espacios intercelulares de la corteza de las raíces. Son frecuentes en especies forestales donde sus órganos reproductores pueden sobresalir del suelo, lo que conocemos como setas y trufas.

Endomicorrizas: las hifas de estos hongos penetran dentro de las células de las raíces. No forman ninguna estructura observable a simple vista. En los “arbúsculos” se produce el intercambio de elementos nutritivos por carbono, entre la raíz y el hongo.

En el mercado se encuentra diferentes cepas disponibles para ser utilizadas en el cultivo del arroz. Entre otras grandes ventajas, las micorrizas aumentan la tolerancia al déficit hídrico, el crecimiento de las plantas de arroz, aumento de su eficiencia fotosintética y el contenido de prolina que es un aminoácido no esencial que aumenta la germinación del grano de polen alargando el tubo polínico y frenando la producción de ácido abscísico.

Como Biofertilizantes, las micorrizas intervienen en el desarrollo radicular del arroz, siendo más abundante que en aquellas plantas donde no se aplicaron. El desarrollo radicular extra es materia orgánica que se incorpora al suelo, produciendo beneficios como mayor retención de agua y nutrientes, mejor estructura del suelo y mejor permeabilidad.



Las cepas más utilizadas son: *Glomus fasciculatum*, *Glomus manihotis* y *Glomus intrarradis*, destacándose con respuestas altamente significativas en el cultivo del arroz:

Glomus fasciculatum.

3.7.6. La materia orgánica.

La materia orgánica del suelo se encuentra estrechamente relacionada con la productividad agrícola. Las mejores condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo para los cultivos se encuentran preferentemente en suelos con alto contenido de materia orgánica. En suelos sembrados en arroz en el Tolima a mayor concentración de materia orgánica en el suelo la población de microorganismos fue más alta: suelos con materia orgánica bajo, menor de 1.5%, la población oscilo entre 50.000 y 250.000 UFC/mg; contenidos medios entre 1.5-3.0% entre 150.000 y 975.000 UFC/mg de suelo y con materia orgánica mayor de 3% entre 1.5 y 9 millones UFC/mg de suelo.

Entre los géneros analizados se encontró *Bacillus brevis* y *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas* sp, *Azobacter* sp, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium* sp, *Sacharomyces* sp y *Streptomyces* sp.

Al analizar las fuentes de MO compostada se encuentran diferencias entre ellas, siendo las mejores aquellas que han tenido un proceso de compostaje de alta calidad, y que tenían las siguientes características:

1. Sumatoria de NPK mayor al 4%, siendo ideal alrededor del 6%.
2. Contenido de humedad entre el 25 y 35%.
3. Producto estabilizado sin olores amoniacales o de basura en descomposición.
4. Materia primas utilizadas libre de metales pesados.
5. Materia orgánica mínimo del 20%.

La Biofertilización. La Biofertilización permite suplir a las plantas de los nutrimentos necesarios, reducir costos de producción y el efecto contaminante ambiental. Consiste en la aplicación de microorganismos que aportan o solubilizan nutrientes; se convierte en una alternativa viable desde el punto de vista económico y ambiental en el cultivo del arroz, lo cual redundo en un mayor aprovechamiento de la fertilización con menores costos. Uno de los grandes problemas en el cultivo del arroz es la baja eficiencia de la fertilización, lo cual hace que sea necesaria la implementación

de estrategias que conduzcan a mejorar y complementar el efecto de los fertilizantes químicos con otras alternativas como fuentes orgánicas y los biofertilizantes.

linoculación con las bacterias fijadoras de nitrógeno (FBN) *Azotobacter chroococcum* y *Azospirillum amazonense* produjeron plantas de arroz más vigorosas, con mayor biomasa aérea y radical cuando recibieron el 50 % de la fertilización nitrogenada.



El rendimiento del arroz se incrementó con la inoculación de las FBN y la aplicación del 50% de la fertilización nitrogenada superando a los demás cultivares, presentándose como alternativas eficientes en esta tecnología.

La calidad de molinería se vio favorecida con la inoculación de las FBN, donde el índice de pilada se incremento cuando se realizo la fertilización nitrogenada con el 50% de N.

Por otro lado la disponibilidad de nutrimentos se ve muy influenciada por la actividad biológica y por la concentración de carbono en el suelo. Para que una planta tenga suficiente nutrientes disponible es necesario, que la suficiencia sea mayor que la deficiencia, y para que esto ocurra la solubilización y la mineralización son claves, y estos parámetros se ven afectados por el dualismo biológico, microorganismos y carbono humificado. (Castilla, 2006)

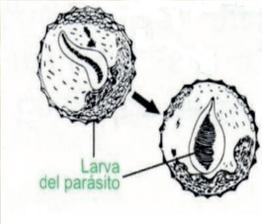
En la aplicación de los biofertilizantes, la interacción con la fuente de materia orgánica (compost), y la dosis de fertilización son fundamentales para encontrar respuesta positiva a su aplicación, por lo que su recomendación debe partir de un buen juicio técnico para que esta sea eficiente y no se convierta en un gasto adicional sino en una alternativa viable económicamente. (Castilla, 2006)

4. DESCRIPCIÓN DE LOS AGENTES NATURALES DE CONTROL

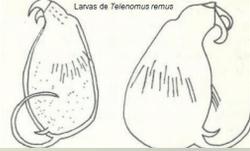
A continuación encontraremos una descripción de los principales agentes de control biológico de insectos, malezas, enfermedades y biofertilizantes que servirá como guía de identificación, para que los productores aumenten sus saberes respecto al manejo integrado de los limitantes del cultivo en la finca AMTEC y aprendan a diferenciar las especies benéficas de las plagas

4.1 Controladores Naturales de Insectos fitófagos

4.1.1. Parasitoides

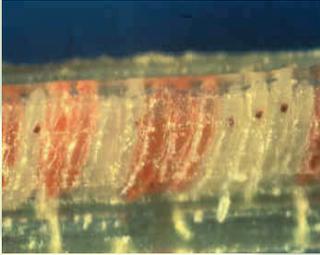
ESTADO INMADURO	ADULTO	EFEECTO EN EL HUESPED
		
Nombre común	Micro avispa tricograma	
Nombre científico	<i>Trichogramma exiguum</i> <i>Trichogramma pretiosum</i>	
Tipo de parasitoide	Huevo- huevo	
Clasificación	Hymenoptera: Trichogrammatidae	

Estado parasítico	Parasito huevo- huevo
Huésped	<i>T. exiguum</i> parasita los huevos del barrenador del tallo <i>Diatraea saccharalis</i> en arroz y otras especies en caña
	<i>T. pretiosum</i> parasita los huevos del enrollador de la hoja <i>Salbia sp.</i> , huevos de <i>Tibraca Limbati-ventris</i> y de <i>Oebalus spp.</i>
Modo de acción	La hembra de <i>Trichogramma exiguum</i> , busca los huevos de <i>Diatraea sp.</i> , recién depositados e introduce dentro de ellos su ovipositor. Tres o cuatro días después los huevos parasitados se tornan oscuros, casi negros, signo característico del desarrollo del benéfico en su interior. Ocho días luego de la parasitación emergen los nuevos adultos de <i>Trichogramma</i> dejando orificios muy característicos en el corión. Los nuevos adultos de <i>Trichogramma</i> buscan más huevos del insecto dañino, continuando su actividad parasítica e impidiendo de esta manera el desarrollo de las larvas dañinas.
Manejo del parasitoide	Presentación: pulgada cuadrada. El producto de buena calidad tiene porcentaje de emergencia mayor al 80% y una relación macho – hembra 1:1. Se estima que por cada pulgada cuadrada parasitada por <i>Trichogramma</i> emergen dos mil adultos. Dosis: con altas infestaciones de barrenadores o enrolladores, liberar 50 pulgadas entre 25 y 35 días y segunda liberación entre 45 y 55 días de emergencia
Observaciones	Antes de la liberación mantener refrigerado el material a temperatura menor de ocho grados; liberar inmediatamente después de iniciada la eclosión de los adultos. sistema de liberación en bolsas pequeñas perforadas que se colocan en las vainas de las plantas. Los enemigos de las microavispa son las hormigas que las depredan

ESTADO INMADURO	ADULTO	EFECTO EN EL HUESPED
		
Nombre común	Avispa negra	
Nombre científico	<i>Telenomus remus</i> Nixon	
Tipo de parasitoide	Huevo- huevo	
Clasificación	<i>Hymenoptera: Scelionydae</i>	
Estado parasítico	Parasito huevo- huevo	
Huésped	<i>T. remus</i> parasita los huevos del gusano cogolle-ro <i>Spodoptera frugiperda</i> :	
Modo de acción	Las hembras examinan con sus antenas el hospedero, caminan hacia adelante y colocan la punta del abdomen y el primer par de patas sobre el hospedero luego proyectan su ovipositor hacia afuera y lo clavan dentro del huevo en un tiempo de oviposición de 30 a 45 segundos. Por lo general las hembras pican una sola vez dando como resultado la emergencia de un solo parasito. El huevo peciolado es depositado en el interior del embrión en desarrollo del huésped.	
Manejo del parasitoide	Presentación: Vasos con masas de huevos. Dosis: seis mil avispas en dos liberaciones: primera 3000 avispas liberadas cinco días antes de la siembra y segunda 3000 avispas de 3 a 5 días después de la siembra del arroz.	
Observaciones	Los machos emergen 24 horas antes que las hembras, esperan la emergencia de estas para iniciar la copula que dura de 3 a 5 segundos. Puede ocasionalmente existir superparasitismo es decir una hembra coloca más de un huevo sobre el hospedero. La eficiencia del control puede llegar al 90%. El tipo de reproducción es arrenotoka y la longevidad de los adultos de 4 a 6 días	

ESTADO INMADURO	ADULTO	EFECTO EN EL HUESPED
		
Nombre común	Avispa nativa	
Nombre científico	<i>Euplectrus platipenae</i> Howard	
Tipo de parasitoide	Huevo- larva	
Clasificación	<i>Hymenoptera: Eulophidae</i>	
Estado parasítico	Parasito huevo en larvas de hospedero	
Huésped	<i>T. remus</i> parasita los huevos del gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> y otras larvas como <i>Panoquina sp.</i> y <i>Mocis sp.</i>	
Modo de acción	La avispa de color negro metálico se pasea sobre el hospedero antes de realizar la postura; ella oviposita en cualquier parte del dorso de la larva con preferencia por la parte anterior. Los huevos eclosionan 24 horas después de la postura. Las larvas consumen al huésped y alcanzan su máximo desarrollo 2 a 3 días de la postura y descienden a la parte ventral del huésped ya muerto donde empupan; el periodo de pupa dura de 3 a 5 días según el clima	
Manejo del parasitoide	Es un control biológico natural que predomina en lotes arroceros. No hay ventas comerciales del insecto para liberación. La preservación del parasitoide permitirá su aumento ya que es de acción tardía a la aparición del huésped y se observa afectando larvas de instares avanzados	
Observaciones	El dimorfismo sexual es muy marcado, hembras con abdomen mas grande, amarillento y ensanchado que los machos que son más pequeños con abdomen más oscuro. Pasan por tres instares larvales; las hembras comienzan a ovipositar tres días después de la emergencia	

ESTADO INMADURO	ADULTO	EFECTO EN EL HUESPED
		
Nombre común	Controlador natural del salta hojas del arroz	
Nombre científico	<i>Haplogonatopus hernandezae</i>	
Tipo de parasitoide	Huevo-ninfa o adulto	
Clasificación	<i>Hymenoptera: Dryinidae</i>	
Estado parasítico	Parasito huevo en larvas de hospedero	
Huésped	parasita las ninfas o adultos del salta hojas sogata <i>Tagosodes orizicolus</i>	
Modo de acción	La hembra captura la ninfa con sus patas anteriores cuyos tarsos se han modificado y se alimenta de los tejidos. La predación de las ninfas, además de oviposición en otras ninfas puede conducir a una mayor mortalidad y el control biológico más eficaz. Cuando las larvas del parasitoide se desarrollan sobre ninfas hembras tienen más éxito de alcanzar la etapa adulta que las desarrolladas sobre ninfas machos.	
Manejo del parasitoide	Los parasitoides son de vida natural; el ciclo de vida de huevo a adulto es de 29 días, su reproducción es partenogénesis que originan solo hembras (Telitokia). Las larvas del parasitoide causan esterilidad en los huéspedes; los adultos parasitan ninfas de cuarto y quinto instar y predan ninfas de segundo y tercer instar de sogata.	
Observaciones	La búsqueda se inicia y termina con un "acicalamiento" o limpieza del parásito antes y después de la parasitación o alimentación. El adulto es de hábito depredador, inmediatamente después de emerger está capacitado para buscar y predan ninfas de sogata sin embargo, la parasitación la inicia un par de horas después. Las hembras parasitan en promedio de 5 ninfas diarias y consumen de 3 a 6.	

ADULTOS	EFECTO EN EL HUESPED	
		
Nombre común	Parasitoide de huevos de sogata	
Nombre científico	<i>Anagrus spp</i>	
Tipo de parasitoide	Huevo-huevo	
Clasificación	<i>Hymenoptera: Mymaridae</i>	
Estado parasítico	Adultos	
Huésped	Huevos del salta hojas del arroz sogata <i>Tagosodes orizicolus</i>	
Modo de acción	La hembra de <i>Anagrus</i> inicia el parasitismo después de su emergencia ubicando las posturas de sogata que están dentro de la nervadura central de la hoja del arroz; con las antenas, toca el huevo por la parte convexa varias veces para diferenciar si está o no parasitado. La hembra toca la superficie del huevo con las antenas y coloca la punta del abdomen en el huevo huésped y moviendo el abdomen arriba y abajo inserta el ovipositor y coloca el huevo	
Manejo del parasitoide	El conocimiento de la especie y la preservación como controlador biológico natural favorecen la acción parasítica evitando el uso de insecticidas que puedan afectar a las poblaciones. La actividad parasítica es sobre el total de huevos encontrados por postura del insecto fitófago.	
Observaciones	Los adultos tienen una longevidad de cinco días; la proporción hembras: machos es de 1,4:1. <i>Anagrus</i> es un parasitoide primario solitario	

TACHINIDOS PARASITOIDES		
<i>Lydella minensi</i>	<i>Billaea claripalpis</i>	<i>Genea jaynessi</i>
		
Nombre común	Moscas taquinidas, Mosca amazónica	
Tipo de parasitoide	larva- larva	
Clasificación	<i>Dyptera: Tachinidae</i>	
Estado parasítico	Adultos	
Huésped	Parasitan larvas de diferentes especies del género <i>Diatraea spp.</i>	
<i>Lydella minensi</i>	Mosca amazónica; de cuerpo negro, alas transparentes, tienen un poco más delgado el abdomen que la especie <i>Billaea claripalpis</i> ; buscan su huésped y una vez que lo hayan alcanzado, las larvas penetran en seguida dentro del mismo y completan el ciclo larval a sus expensas, saliendo solo al momento de transformarse en pupario y destruyendo de esta manera a su hospedero. Con los primeros corazones muertos por cada liberación 30 parejas por hectárea; en dos épocas a los 45 y 65 de edad del cultivo. Presentación pupas en vasos, liberar con la emergencia de los adultos.	
<i>Billaea claripalpis</i>	Mosca indígena. Al emerger las hembras todavía no tienen progenie formada y sólo cuatro días después comienzan a aparecer los huevos. a los nueve días de su emergencia predomina el estado de huevo en el 77% de su descendencia y a los 14 días, el 80% pasa al estado de cresa	

<p><i>Genea jaynessi</i></p>	<p>Mosca de vida libre, los aultos se alimentan de néctares de flores de diversas plantas. El mayor parasitismo está relacionado con la presencia de lluvias; la copula en cautiverio se imposibilita pero el parasitismo es superior al causado por <i>Lydella</i> y <i>Billaea</i>. La mosca ubica sus larvas en los tallos afectados por el barrenador; al encontrar las larvas de <i>Diatraea</i> sp se ubican en el interior para alimentarse de los tejidos internos del insecto dañino. Como medidas de preservación es la siembra o conservación florística que permita la adaptación del biológico en la zona de influencia.</p>
-------------------------------------	---

4.1.2. Predadores de insectos fitófagos en el cultivo del arroz

<p>LAS ARAÑAS PREDADORES EN ARROZALES</p>			
			
<p>Géneros asociados a arrozales</p>	<p><i>Alpaida</i> sp; <i>Argiope</i> spp; <i>Eustala</i> sp ; <i>Leucauge</i> sp; <i>Oxyope</i> sp; <i>Tetragnatha</i> sp; <i>Lycosa</i> sp.</p>		
<p>Huésped</p>	<p>Las arañas predan a todos los insectos fitófagos asociados al cultivo del arroz y también parasitoides y depredadores e incluso algunas especies de arañas</p>		

<p>Comportamiento</p>	<p>Las arañas se pueden agrupar por sus hábitos de captura en arañas de caza libre (Salticidae; Tomisidae) y arañas que utilizan redes (Argiope spp, Tetragnatha spp). De acuerdo al desarrollo del cultivo las arañas ocupan diferentes espacios y predan sus presas. Se encuentran desde la preparación del suelo en las grietas o superficie del suelo, hasta el momento de la cosecha del grano</p>	
<p>Ciclo de vida</p>	<p>Las arañas dependiendo de su especie, pueden llegar a vivir más de un año y es debido al tiempo de apareamiento ya que en el cortejo los machos pueden ser consumidos por las hembras; incluso algunas hembras después de la postura pueden morir. Las arañas son susceptibles a productos químicos como propaniles e insecticidas.</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>La tasa de consumo de presas es muy variable por especie. <i>Oxyope salticus</i> consume en promedio día 6sogatas; <i>Alpaida veniliae</i> consume diario cerca de 8 grillos <i>Conocephalus sp/ araña/día</i>; y 5,8 individuos/ araña/día de loritos verdes (<i>Hortensia similes</i>).</p>	

LOS COLEOPTEROS COCCINELIDOS PREDADORES EN ARROZALES



Géneros asociados a arrozales

Coleomegilla maculata; *Cycloneda sanguinea*

Huésped

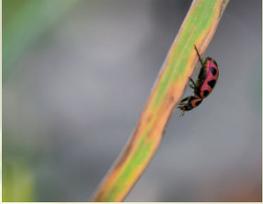
Pulgones, cochinillas, moscas blancas, arañas, hormigas y huevos de chinches, sogata, barrenadores y polen del arroz.



Modo de acción

Los coccinélidos son depredadores frondícolas: primero localizan la presa; luego la reconocen y manipulan y finalmente, la seleccionan y especifican. Utilizan dos tácticas de captura: son móviles con desplazamientos largos buscando al depredador, realizan una búsqueda simple de la presa o van directo a los hábitats de la presa; después matan a la presa rápidamente.



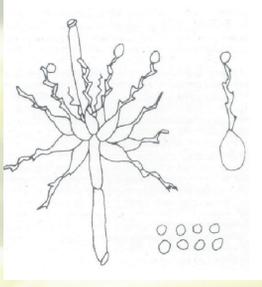
<p>Ciclo de vida</p>	<p><i>Coleomegilla maculata</i> tiene de dos a cinco generaciones por año; la hembra deposita los huevos en grupos organizados que eclosionan horas después, el estado de larva dura entre 8 y 10 días, la pupa entre 3 a 4 días y los adultos son muy longevos</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>Las larvas y los adultos en algunas especies pueden utilizar recursos tróficos diferentes. Los predadores actúan como agentes selectivos en la evolución de su presa; una larva de <i>Coleomegilla maculata</i> puede consumir más de 20 áfidos diarios</p>	

LAS LIBELULAS PREDADORES EN ARROZALES

 <p><i>Ischnura capreolus</i></p>	 <p><i>Coryphaeschna adnexa</i></p>	 <p><i>Gynacantha nervosa</i></p>
<p>Géneros asociados a arrozales</p>	<p>Para los Llanos Orientales se reportan 3 familias, 16 géneros y 24 especies. En el sur del Tolima: 5 familias, 23 géneros y 35 especies. Las mayores especies pertenecen a la familia Libellulidae. Algunas especies de importancia: <i>Ischnura capreolus</i>, <i>Coryphaeschna adnexa</i>, <i>Gynacantha nervosa</i>, <i>Brachymesia hervida</i>, <i>Diastatops intensa</i>, <i>Orthemis discolor</i>, <i>Erythemis vesiculosa</i>, <i>Pantala flavescens</i> y <i>Uracis imbuta</i></p>	 <p><i>Brachymesia hervida</i></p>

<p>Huésped</p>	<p>Los adultos predan insectos como novia del arroz, chinches, grillos y las larvas inicialmente se alimentan de protozoos, y luego depredan larvas de insectos como zancudos, crustáceos, alevinos, y moluscos entre otros. Pero las libélulas también son devoradas por otros insectos como mantis, arañas, pájaros y por otras libélulas.</p>	 <p><i>Perithemis mooma</i></p>
<p>Modo de acción</p>	<p>Todas las especies cazan en fase larvaria como adulta; los adultos tienen dos modos de cazar: 1. Posadas en una hoja y esperando a que pase una presa, la cual pueden ver a varios metros de distancia con sus grandes ojos, y van hacia ella con vuelo rápido; 2. Cazando al vuelo; algunas especies constantemente patrullan su territorio y la presa que se acerque es capturada. En ambos casos una vez localizan la presa, se dirigen directamente a ella y con las mandíbulas, ayudado por las espinas de las patas, las capturan clavándolas en ellas.</p>	 <p><i>Erythemis vesiculosa</i></p>  <p><i>Diastatops intensa</i></p>

<p>Ciclo de vida</p>	<p>El espermatozoide es transferido por el macho desde su ápice abdominal donde es producido (genitalia primaria) a su segunda genitalia (genitalia secundaria), que se encuentra en la base del abdomen desde donde es trasvasado a la hembra durante la cópula; los huevos los coloca la hembra en el agua. Las libélulas pasan en estado larval entre 1 mes a 6 meses o más, los adultos tienen longevidad entre 8 y 60 días según las especies.</p>	
<p>Observaciones</p>	<p>Tienen un apetito insaciable. Por su visión y motricidad no son presa fácil de otros predadores. No pueden caminar por que sus patas son simples garras mecánicas para atrapar a sus presas. Sus grandes y precisos ojos son los mejores entre los insectos, poseen treinta mil facetas que les permiten un campo visual de 360°. Suelen migrar en grupos recorriendo grandes distancias y su record de velocidad se calcula en 97 km/hora. Estos insectos están relacionados con fuentes de aguas limpias</p>	<div data-bbox="804 591 1083 770">  </div> <div data-bbox="804 770 1083 835"> <p><i>Orthemis discolor</i></p> </div> <div data-bbox="807 843 1079 1041">  </div> <div data-bbox="804 1041 1083 1270"> <p><i>Pantala flavescens</i></p> </div>

HONGOS ENTOMOPATOGENOS			
<i>Beauveria bassiana</i>		<i>Metarhizium anisopliae</i>	
		 	
Modo de acción			
<p>Infectan a los insectos fitófagos a través del intestino, de los espiráculos y aberturas naturales, especialmente en forma directa por penetración del integumento, esta propiedad le ofrece la posibilidad de infectar huéspedes independientemente de los hábitos alimenticios del insecto. En general durante infección de los insectos por parte del hongo se presentan las siguientes etapas. (1) Adhesión de la conidia; (2) germinación; (3) penetración, (4) producción de metabolitos y (5) muerte del insecto. Los insectos afectados quedan momificados y se cubren de un micelio algodonoso de color blanco y consistencia polvosa</p>		<p>Este hongo actúa por contacto. Los insectos afectados se observan con pocos movimientos, mueren lentamente y quedan momificados. En este proceso se tornan de color blanco y posteriormente se cubren de un micelio verde. El proceso de infección dura de 4-8 días dependiendo de las condiciones ambientales y la patogenicidad del inóculo.</p>	
Dosis y época de aplicación			
<p>Se recomienda aplicar 200 g/ha en 200 litros de agua. En las épocas desde inicio del macollamiento hasta inicio del embuchamiento según el insecto a controlar; aplicar en horas de la tarde mezclado con un aceite vegetal o mineral, conservar el producto en sitios frescos.</p>		<p>Se recomiendan dosis de 100 a 200 gramos por hectárea, dependiendo del insecto a controlar. Para el caso del cucarro y el gorgojito de agua, se recomienda aplicarlo e incorporarlo 15 días antes de la siembra. Para sogata y los chinches, las aplicaciones se realizan con poblaciones bajas.</p>	

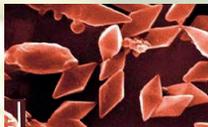
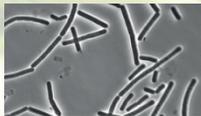
Huésped a controlar

Este hongo se utiliza en el cultivo de arroz para el control de las chinches, gorgojito de agua y larvas de *Spodoptera*.

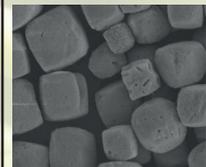
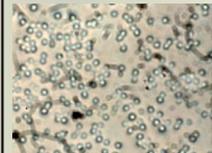
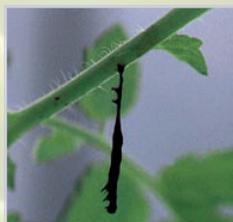
Este hongo se emplea en el cultivo de arroz contra el cucarro *Euethela*, sogata y los chinches *Tibraca spp* y *Euschistus sp* se utilizan cepas aisladas de diferentes hospederos, pero estas deben ser escaladas o reactivadas en las especies que se desea controlar. Se multiplica y comercializan en diferentes laboratorios.

VIRUS Y BACTERIAS ENTOMOPATOGENOS

Bacillus thuringiensis



Virus de la poliedrosis nuclear VPN



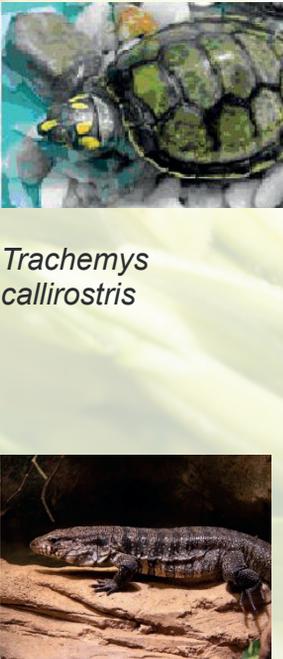
Modo de acción	
<p>Las bacterias que pertenecen al género <i>Bacillus</i> son las más importantes para el control de insectos. El <i>Baccillus thuringiensis</i> (Bt). Es un bacilo flagelado y esporulado, gram positivo que produce durante la esporulación un cristal de proteínas (Cry) tóxico para insectos conocido como delta endotoxina. La delta endotoxina varía de forma y de tamaño según la variedad de Bt. Los síntomas que se observan a partir de que las larvas de insectos susceptibles ingieren los cristales y esporas de Bt son: cese de la ingesta, parálisis del intestino, diarrea, parálisis total y finalmente la muerte. De manera general se acepta que las toxinas Cry son toxinas formadoras de poro que ejercen su actividad tóxica al provocar un desequilibrio osmótico en las células epiteliales donde se insertan en la membrana.</p>	<p>El insecto debe comer el virus, el cual invade el cuerpo del mismo a través del intestino y se multiplica en los tejidos de la plaga ocasionando trastornos fisiológicos. El insecto deja de comer, no puede ovopositar y se reducen sus movimientos, provocando la muerte dentro de tres a ocho días. Las larvas afectadas por VPN suelen volverse blanquecinas y granular u oscuras. Suelen colgar del ápice de las ramas de las plantas o las hojas con la cabeza, hacia abajo se observan colgadas. El esqueleto queda licuificado y es quebrado fácilmente exponiendo los poliedros al medio, los que afectan a otros insectos.</p>
Dosis y época de aplicación	
<p>Se recomiendan dosis de 300 g/ha. Cuando se utiliza para el cogollero <i>Spodoptera spp</i> se debe aplicar en larvas de segundo instar 20% de área foliar afectada.</p>	<p>Este VPN es un habitante natural que después de afectar algún huésped se multiplica aumentando su acción sobre otras larvas. Se pueden realizar biopreparados colectando larvas y disolviéndolas en agua para asperjar sobre otras larvas.</p>
Huésped a controlar	
<p>El <i>Bacillus thuringiensis</i>, se produce comercialmente para el control de larvas de insectos como <i>Spodoptera</i>, <i>Mocis</i> y el enrollador <i>Salbia sp</i>. Actualmente esta bacteria está siendo incorporada en variedades transgénicas.</p>	<p>Controla insectos de varios ordenes como: Neuróptera, Trichoptera, Lepidóptera, Díptera, Hymenóptera, Coleóptera y Acaró. No vertebrados ni plantas. En arrozales se observa afectando larvas <i>Spodoptera frugiperda</i></p>

4.1.4. Otros Controladores naturales de insectos fitófagos

VERTEBRADOS CONTROLADORES DE PLAGAS EN ARROZALES

*Ardea alba**Eudocimus ruber***LAS GARZAS Y COROCORAS**

Las corocoras comen Insectos, semillas y frutas, moluscos, serpientes pequeñas, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y materia vegetal. La incubación dura aproximadamente de 19 a 23 días y ponen generalmente de 3 a 5 huevos de color verde botella rayados con marrón. **Las garzas blancas** (*Ardea alba*) al volar tienen el cuello curvado en forma de "s" y las patas extendidas hacia atrás, para lucir más largas que la cola, consumen variedad de insectos como mariposas, cucarros, larvas de lepidópteros y ratones los cuales engullen enteros. Son indicadores de daños de *Spodoptera sp* pero transportan en sus patas signos de reproducción de enfermedades del arroz como *Rhizoctonia solani*

<p>AVES DE RAPIÑA</p>	<p>Con frecuencia se encuentran las llamadas águilas caracoleras (<i>Rostrhamus sociabilis</i>), efectivas en el control de roedores, insectos, reptiles y algunos caracoles operculados que dañan los cultivos en etapas tempranas. Con excelentes biocontroladores de especies dañinas</p>	 <p><i>Rostrhamus sociabilis</i></p>
<p>REPTILES</p>	<p>La hicotea o jicotea (<i>Trachemys callirostris</i>) Los adultos comen una gran diversidad de plantas y animales, incluyendo algas, caracoles, almejas, insectos, peces, ranas y sus huevos y renacuajos, y pequeñas serpientes.</p> <p>Lagartos: como el lobo o pollero, (<i>Tupinambis teguixin</i>),. Según su alimentación son carnívoros y omnívoros. Se alimentan de frutas, vegetales, insectos, artrópodos, peces, ranas, roedores, aves, etc. Son verdaderos generalistas, a medida que crecen. Los juveniles son más insectívoros. son reguladores de poblaciones de ratones en los cultivo del arroz, al igual que diversas especies de salamandras, lagartijas y serpientes.</p>	 <p><i>Trachemys callirostris</i></p> <p><i>Tupinambis teguixin</i></p>

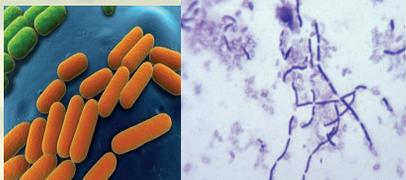
<p>PAJAROS</p>	<p>Diversas especies nativas por regiones contribuyen a regular poblaciones de insectos fitófagos, especies a las cuales se debe considerar su importancia y preservar como parte del entorno ecológico y paisajista del agroecosistema arrocero</p>	 <p>(<i>Thraupis Episcopus</i>)</p>
<p>MURCIELAGOS</p>	<p>Los murciélagos micro quirópteros interactúan con un amplio espectro de organismos, actúan como polinizadores, dispersores de y pequeños vertebrados; se han destacado como unos de los mejores y más eficaces controles biológicos de especies de insectos nocivos para los cultivos, un murciélago puede llegar a consumir a lo largo de toda su vida 10 Kg de mosquitos.</p>	 

4.2. Controladores naturales de Malezas

INSECTOS DEPREDADORES ESPECIFICOS		
<i>Pholus fasciatus</i>	<i>Lysathia spp</i>	
		
DESCRIPCION DE LA ESPECIE		
<p><i>Phollus</i> es un insecto del orden Lepidóptera perteneciente a la familia <i>Sphingidae</i>; voraz consumidor de malezas de hoja ancha entre las cuales prefieren diferentes especies de palo de agua (<i>Ludwigia spp</i>). Los adultos son mariposas de gran tamaño con alas vistosas. Las larvas pueden cambiar de color según el alimento que estén consumiendo y algunas de ellas pueden presentar en la parte anal un cuerno. Se pueden encontrar de una a cuatro larvas por planta pero la población no es muy abundante</p>	<p>Estos pequeños coleópteros de color azul oscuro pertenecen a la familia <i>Chrysomelidae</i> son consumidores de especies de palo de agua <i>Ludwigia spp</i> en estados inmaduros y adultos; dos especies relacionadas con el control biológico son <i>Lysathia integricolis</i> quien presenta las patas de color amarillo y <i>Lysathia aenea</i> luctuosa con patas de color negro. Las hembras colocan los huevos en el envés de las hojas y al eclosionar, las larvas que pasan por cuatro instares larvales se alimentan del follaje. Otra especie asociada con menor densidad poblacional es la especie <i>Macrohaltica amethystina</i></p>	

Modo de Acción	
<p>Los adultos colocan sus huevos en la base de las plantas; afectan las malezas reduciendo su crecimiento y evitando la producción de semillas. Este insecto defolia a las plantas y consume hojas con nervaduras y sus pedúnculos, las larvas son sedentarias cuando encuentran plantas frondosas o pueden desplazarse a otras plantas para completar su dieta; todos los instares larvales son defoliadores. Las larvas son parasitadas por avispas como <i>Cotesia sp.</i></p>	<p>Los adultos y las larvas consumen el follaje produciendo perforaciones; los daños los ocasionan grupos gregarios de insectos que retrasan el crecimiento de las plantas de palo de agua, prefiriendo las plantas más jóvenes y tiernas; en plantas jóvenes pueden defoliarlas completamente dejando las nervaduras de la hoja y en plantas más adultas y lignificadas solo ocasionan perforaciones que no impiden el crecimiento de la maleza.</p>
Especies de malezas controladas	
<p>Las especies de palo de agua <i>Ludwigia erecta</i>, <i>Ludwigia octovalvis</i>, <i>Ludwigia longifolia</i> son mas preferidas; también se encontró causando daños en <i>Heliotropium sp</i> y <i>Eclipta alba</i></p>	<p>Son especialistas en consumir <i>Ludwigia erecta</i> y <i>Ludwigia octovalvis</i> y no tienen preferencia por <i>Luwigia erecta</i></p>

4.3. Controladores naturales de Enfermedades

HONGOS Y BACTERIAS CONTROLADORES DE ENFERMEDADES	
<i>Trichoderma spp</i>	<i>Bacillus Subtilis</i>
<p>TRICHODERMA</p> 	

Características Modo de acción

El *Trichoderma* es un tipo de hongo anaerobio facultativo que se encuentra de manera natural en el suelo. Pertenece a la subdivisión Deuteromycetes que se caracterizan por no poseer, o no presentar un estado sexual determinado. Existen muchas especies todas con efectos benéficos para el cultivo del arroz. Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en las zonas arroceras y con mayor presencia en los que tienen mayor contenido de materia orgánica, así mismo en residuos de cultivos especialmente en aquellos que son atacados por hongos patógenos. **Trichoderma** tiene diversas ventajas como agente de control biológico, posee un rápido crecimiento y desarrollo, también produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos. Toma nutrientes de los hongos a los cuales degrada y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición; la incorporación de materia orgánica lo favorece; también requiere de humedad para poder germinar, tiene alta velocidad de germinación lo cual le permita establecerse en el suelo y controlar las enfermedades

El *Bacillus Subtilis* produce unas estructuras llamadas sideróforos. Que son compuestos extracelulares de bajo peso molecular con una elevada afinidad por el ión hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos; compete por sustrato en la rizosfera y filosfera con los patógenos de las plantas, produce antibióticos del tipo Bacilysin e Iturin que son altamente fungo tóxicos; actúa como promotor de crecimiento ya que la bacteria al establecerse en el sistema radical lo protege y estimula la absorción de nutrientes y al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que le dan resistencia a las plantas contra muchas enfermedades y nematodos.

Dosis y época de aplicación

En cultivos de arroz se utiliza el *Trichoderma harzianum* y el *Trichoderma lignorum*, con concentraciones de 2×10^7 conidias viables/gramo de producto y con un porcentaje de germinación superior al 90 % a la dosis de 300 hasta 600 gramos por hectárea. Las aplicaciones pueden dirigirse al suelo y ser incorporada junto con otros agentes entomopatógenos, o aplicado en cultivos establecidos dirigido al suelo. *Trichoderma* también actúa como fitoinvigorizador de semillas de arroz cuando estas se pregerminan en soluciones del hongo, mejorando la uniformidad en la emergencia y posterior establecimiento

Puede encontrarse en dos presentaciones tanto líquido como en polvo mojable. La concentración ideal debe ser de 1×10^9 UFC/gramo de producto y se utiliza de 2 a 4 kilogramos por hectárea en fase vegetativa o reproductiva del arroz. Para control de nematodos y hongos del suelo las aplicaciones deben hacerse tempranas dirigidas al suelo. Cuando se utiliza de forma líquida se emplean 2 litros por hectárea siguiendo las recomendaciones del fabricante o del asistente técnico.

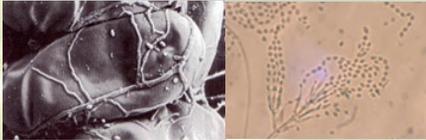
Huésped a controlar

Tiene efecto sobre diferentes patógenos del suelo que causan damping off y entre ellos *Fusarium oxysporum*, *Gaeumannomyces graminis* y *Rhizoctonia solani*.

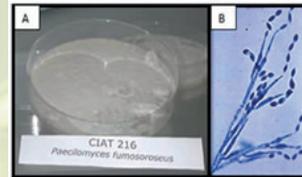
Agentes causales de enfermedades como *Rhizoctonia solani*, *Pythium sp.*, *Phytophthora sp.*, *Fusarium*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Oídium sp.*, *Botrytis sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Erwinia sp.*, *Pseudomonas sp.* y *Xanthomonas sp.* entre muchos géneros más; además puede reducir la incidencia de nematodos.

AGENTE BIOCONTROLADOR

Paecilomyces lilacinus



Paecilomyces fumosoroseus



Modo de acción

El hongo *P. lilacinus* acciona al parasitar los huevos de nemátodos juveniles y adultos, durante esta etapa inicial no hay producción de toxinas, cuando las esporas del *Paecilomyces lilacinus* entran en contacto con los nemátodos se inicia el proceso de infección porque encuentran las condiciones ideales para iniciar el proceso de germinación, estas esporas producen enzimas que diluyen la cutícula y penetran al interior del nemátodo. Cuando ingresa al hospedero, el hongo *P. lilacinus* se reproduce muy rápidamente emitiendo metabolitos tóxicos que envenenan al nemátodo (causándole deformaciones, vacuolizaciones y pérdida de movimiento) hasta causarle la muerte. Las toxinas producidas por parte del *P. lilacinus* afectan el sistema nervioso y causan deformación en el estilete de los nematodos que sobreviven, lo que permite reducir el daño y sus poblaciones.

Las infecciones causadas por *P. fumosoroseus* se reconocen por el color rosado. Sus colonias son inicialmente de color blanco en medio PDA, luego adquieren el tinte rosado característico. *Paecilomyces fumosoroseus* presenta hifas hialinas a amarillentas, septadas, de paredes delgadas. La mayoría presenta ramificaciones verticiladas o irregularmente ramificadas, llevan en su parte terminal en cada rama grupos de fiálides, las cuales pueden ser también solitarias, éstas constan de una porción basal cilíndrica o hinchada, adelgazándose abruptamente a menudo para formar un cuello muy notorio, miden de 5 a 7 μ de largo x 2.5 a 3 μ de diámetro, que se reduce a 0.5 μ en el extremo superior. Los conidióforos alcanzan hasta 100 μ de largo x 1.5 a 3 μ de diámetro. Las conidias son hialinas, unicelulares y de forma ovoide, miden de 3 a 5 x 1 a 2 μ y se observan agrupadas en cadenas largas (Cañedo y Ames, 2004).

Dosis y época de aplicación	
<p>Cuando se aplica por primera vez se debe utilizar una dosis 6 kg. /ha. En dosis inoculativa usar de 1 a 3 kg de producto /ha. La Frecuencia: para plagas de follaje, la frecuencia varía de 15 a 30 días. Para plagas subterráneas, realizar aplicaciones semanales o quincenales.</p>	
Huésped a controlar	
<p>El hongo <i>P. lilacinus</i> aplicado en concentraciones mayores a 10^7 u.f.c/ml produce sustancias que actúan sobre los huevos y larvas de los géneros: <i>Meloidogyne</i>, <i>Pratylenchus</i> y <i>Radopholus</i>, provocando deformaciones, vacuolizaciones y pérdida de movimiento. Se puede observar vacuolizaciones internas de las larvas del primer estadio, segmentación y gastrulación atípicas. El hongo es capaz de penetrar el huevo, crecer dentro del mismo y destruir el embrión. También afecta moscas blancas y chinches</p>	<p><i>Fusarium oxysporum</i>: <i>Rhizoctonia solani</i> en arroz:</p>

4.4 Biofertilizantes y acondicionadores del suelo

ACONDICIONADORES DEL SUELO	
<i>Azotobacter chroococcum</i>	<i>Penicillium janthinelhum</i>
	

Modo de acción	
<p>Comúnmente encontrada en suelos, es una bacteria Gram negativa tienen una pared celular compleja que consiste de una membrana externa y una capa interna de peptidoglicano que contiene ácido murámico y mureína. Se reproduce por fisión binaria, vive en suelos y en aguas frescas, es una célula ovoide y grande de 1.5 a 2.0 μm de diámetro. Se mueve por flagelos peritricos, es aerobia, pero puede crecer en concentraciones de oxígeno bajas.</p>	<p>Hongo filamentoso su reproducción asexual es mediante conidios y la sexual es con gametangios arrollados en forma de hélice. Es un hongo anaerobio facultativo. Se desarrolla en 4-5 días en Agar glucosado de Sabouraud, Agar papa-dextrosa y Agar malta 30°C o a temperatura ambiente entre 7-10 días en los mismos agares. Las colonias son blancas, aplanadas, de superficie lisa y aterciopelada de 5mm de diámetro aproximadamente, cuando esporula su centro es de color verde. Con el tiempo la superficie de las colonias se torna radiada. Adquiere una tonalidad amarillosa al reverso debido al pigmento difusible que produce.</p>
Dosis y época de aplicación	
<p>El inoculante a base de esta bacteria se presenta en formulación líquida conteniendo un mínimo de 1×10^8 UFC/ml (unidades formadoras de colonias por mililitro de producto). Se utilizan 2 litros/ha desde la siembra a macollamiento.</p>	<p>Por su capacidad de solubilizar el fósforo fijado a las arcillas del suelo y aumentar la eficiencia del químico fosfórico aplicado, se utiliza como Biofertilizante en el producto FOSFOSOL. El preparado a base de este hongo se presenta en formulación líquida y sólida conteniendo un mínimo de 1×10^7 conidios por mililitro o por gramo de producto.</p>
ESPECIFICIDAD	
<p>Por ser un microorganismo diazotrofo; (es capaz de convertir el dinitrógeno atmosférico, N_2, a amonio, NH_4 mediante la acción de la enzima nitrogenasa. Se utiliza como Biofertilizante los productos Dimazos (combinado con <i>Azospirillum</i> sp.) y Dimargón. También sintetiza sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, tales como, vitaminas y hormonas vegetales que intervienen directamente con el desarrollo de la planta. Sintetiza tiamina de 50-100 mg g⁻¹ de sustancia celular seca; ácido nicotínico de 200-600 mg g⁻¹ de sustancia celular seca y ácido pantoténico y biotina; ácido indolacético; ácido giberélico y citoquinas</p>	<p>Actúa como solubilizador de fósforo y a la vez reduce los daños causados por hongos del suelo como <i>Phytophthora</i></p>

Los biopreparados son sustancias combinadas que tienen propiedades nutritivas para el cultivo y actúan como repelentes o atrayentes de insectos fitófagos y también se emplean como controladores de algunas enfermedades. Se constituyen en tecnologías limpias a utilizar en los cultivos.

Los biopreparados se originan de la cocción o fermentación de materiales orgánicos y de la intensa actividad de microorganismos que se encuentran en la naturaleza. Para su preparación se utilizan fuentes de materia orgánica, agua, sulfatos, cal, lácteos, levaduras y fuentes de energía. Entre sus grandes propiedades están; el mejoramiento de condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, estimulantes del crecimiento, cultivos más sanos libres de insectos y enfermedades, bajo costo de producción, no contaminantes y no hay residuos en los frutos y aprovechamiento de subproductos como residuos orgánicos.

Los podemos clasificar como:

- »Purines
- »Hidrolatos y
- »Caldos

Los Purines. Son líquidos obtenidos como el resultado de la mezcla voluntaria de extractos de ciertas plantas consideradas medicinales o alelopáticas. Estas plantas tienen en su composición sustancias que nutren y previenen plagas y enfermedades. Son más utilizados los de ortiga, cola de caballo, tomate, ajo o manzanilla

Los Hidrolatos. Son extractos de hierbas frescas o secas que se obtienen por cocción. Éstas se introducen en un recipiente resistente al fuego y se agrega agua hasta que las cubra si son frescas, si son secas se utiliza 3 litros de agua por cada kilo de hierba seca. Debe hervir hasta que el agua cambie de color, luego se cuela, se deja enfriar y se aplica. Es el método por el cual se concentran más y mejor los principios activos de las plantas como lavanda, romero, menta, eucalipto, boldo, laurel canela o arrayán.

Los Caldos. Son mezclas de algunos materiales orgánicos y minerales de origen natural que por la acción de algunos microorganismos, en unas condiciones favorables para su multiplicación ejercen la fermentación y dan como resultado productos que se pueden utilizar como abono y en el control de plagas y enfermedades en las plantas. Algunos biopreparados utilizados en insectos y enfermedades de cultivos aparecen en la tabla

BIOPREPARADOS	ACCION
Insecticida de saúco	Áfidos, mosquitas, escarabajos, larvas, gusanos. Las hojas de saúco también tienen propiedades fungicidas por lo que se utiliza en el control del mildiu
Aceite de ajo	Combate áfidos, saltamontes, ácaros y moscas blancas. Además, es un repelente para los conejos. Por su contenido en azufre, también actúa como bactericida y fungicida preventivo.
Hojas y raíces de <i>Conyza bonariensis</i>	Sus hojas y raíces tienen propiedades insecticidas.
Rábano picante (<i>Armoracia rusticana</i>)	Actúa de forma eficaz contra escarabajos, orugas, mosca blanca e insectos de cuerpo blando.
Hidróxido de calcio o cal hidratada	Es un estupendo repelente contra escarabajos, ácaros, etc.
Maravilla o caléndula (<i>Caléndula officinalis</i>)	Repele escarabajos, gusanos e insectos cortadores.
Cáscara de naranja	La naranja, al igual que otros cítricos, contiene pesticidas naturales como la limonina y el linalol. Estos compuestos se utilizan contra insectos de cuerpo blando como áfidos, cochinillas, además como repelente de hormigas.
Ají o chile	Eficaz remedio contra insectos blancos. El ají posee un compuesto llamado "capsicina", el cual irrita y repele a muchos insectos.

Solución de azúcar	Además de aportar micro nutrientes al suelo constituye un eficaz remedio en la lucha contra los nematodos
Ajenjo	Eficaz contra áfidos, orugas, larvas e incluso puede llegar a repeler serpientes
Vinagre de sidra de manzana	Se usa en el control de manchas foliares, mildius, roñas o canchales. También es muy eficaz contra la mancha negra del rosal (<i>Diplocarpon rosae</i>).
Bicarbonato de sodio	Para el tratamiento de antracnosis, tizones, manchas foliares, mildius polvosos y, en general, como fungicida.
Maíz y ajo	Se usa para prevenir infecciones provocadas por todo tipo de hongos

4.6 Otros agentes de control

Los compuestos químicos involucrados en la comunicación entre los animales son ahora conocidos como “semioquímicos”, los cuales se dividen en feromonas y aleloquímicos.

4.6.1 Las feromonas.

“Sustancia de naturaleza hormonal que sirve para la transmisión de información, comunicación, entre los seres vivos de la misma clase. La palabra feromona, que proviene del griego y que significa “llevar excitación”, son sustancias de naturaleza hormonal que influyen en individuos de la misma especie y que pueden regular la maduración sexual, desarrollo o estado fisiológico, o pueden servir como un sistema de alarma para la reproducción sexual, la agregación de los individuos, el marcaje territorial o de ruta o sendero (Pain, 1973)

Se han clasificado diferentes tipos de feromonas:

Feromonas Sexuales. Sustancia producido por las glándulas sexuales de algunos animales para atraer el individuo del otro sexo con el fin de provocar

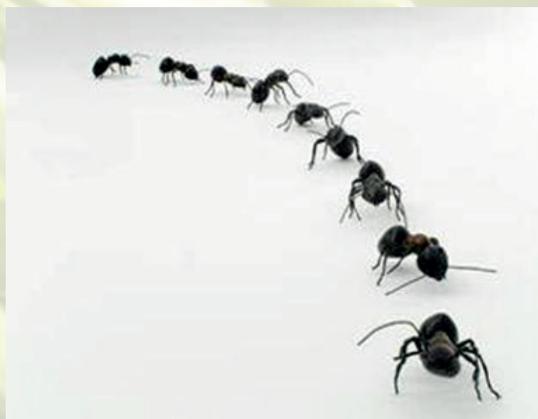
comportamientos específicos como: la orientación, la copula. Generalmente las emiten las hembras para avisar el momento oportuno para la copula.

Feromonas de alarma. Las utilizan los insectos para comunicar y orientar a otros de su especie la existencia de peligro

Feromonas territoriales. Las utilizan los insectos para marcar los límites del territorio.

Feromonas de camino. Son feromonas a base de hidrocarburos volátiles que utilizan algunos insectos sociales para orientar la ida o vuelta con alimento al nido.

En estudios realizados con hormigas, se ha detectado que esta sustancia es utilizada por ellas como signo de reclutamiento, territorialidad, reconocimiento y alarma. En este último caso, sirven para alertar a las otras hormigas en caso de peligro para que aumenten la locomoción. Aunque se ha encontrado que en algunas especies esta señal las lleva a la inmovilidad. Cuando una hormiga encuentra una fuente nueva de comida marca el camino con feromonas, reforzando el camino luego, con más acumulación de esa sustancia. Se ha demostrado además que por las feromonas la hormiga elige el camino más corto desde su nido hacia la fuente de comida y de vuelta de la fuente de comida al nido.



Las hembras del cogollero *Spodoptera frugiperda* producen una feromona dentro del último segmento abdominal, la cual excita sexualmente a los machos. Componentes de la hormona sexual han sido aisladas como La sustancia (Z)-9-tetradecenyl-1-ol-acetato (Z-9-TDA) y (Z)-9- dodecenyl-1-ol-acetato (Z-9-DDA) la cual es componente de la feromona sexual de *S. frugiperda*.

4.6.2 Los aleloquímicos.

Son de carácter interespecífico, es decir, actúan en individuos de especies diferentes, y pueden resultar benéficas al receptor o al emisor. Así, algunas larvas de mariposas liberan o secretan sustancias químicas que ayudan a repeler a alguna clase de depredador, como las aves, obteniendo un beneficio; sin embargo, esa misma sustancia puede ser utilizada por parasitoides, un enemigo natural que se alimenta de las larvas para poder dar paso a la siguiente generación.

Kairomonas. Son mensajeros químicos favorables para el receptor ya que atraen a los depredadores a sus presas, los herbívoros hacia las plantas, los parasitoides hacia su huésped. (Broron et all, 1970).

Alomonas. Son sustancias químicas producidas o adquirida por un individuo que cuando entra en contacto con insectos de otra especie provoca en su receptor, un comportamiento o una reacción fisiológica adoptiva favorable al emisor. (Broron et all, 1970).



BIBLIOGRAFIA

- BAKER, K F & COOK, R J, 1974. Biological Control of Plant Pathogens, p 110.
- Broron, W.L. Jr. T. Eisner y R. H. Whittaler. 1970. Allomones and kairomones: transpacific chemical messengers. *Bioscience* 20 (1): 21-22.
- Calvo, J. y M. Sanz. 2007. Biological control of postharvest spoilage caused by *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* in apple by using the bacterium *Rahnella aquatilis*. *Int. J. Food Microbiol.* 113, 251â “257.
- Cañedo V., Ames T. 2004. Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. pp 62.
- Castilla A. 2006. Biofertilización: alternativa viable para la nutrición vegetal. SCCS capítulo Tolima. Ibagué. 195p.
- Chalela A. G. 2005. Estudio Microbiano del aire y de superficies- Centro de producción del poder biocida del producto Gemacid- Petrocaribe Ingeniería Ltda. En las ciudades de Bucaramanga y Barrancabermeja. 60p
- Cuevas A. 2003. Control biológico de la maleza Palo de agua con coleópteros Alticidae en Arroz. Fedearroz Fondo nacional del arroz. Arroz Vol 49 No. 428, septiembre-octubre. Bogotá. pp 14-18.
- Cuevas A. Perez C. 2012. Monitoreo de insectos fitófagos en el cultivo del arroz. Fedearroz Fondo Nacional del Arroz. Produmedios, Bogotá. 54p.
- Cuevas A. Perez C. 2013. Manejo integrado de insectos en el cultivo del arroz. Fedearroz Fondo Nacional del Arroz. Produmedios, Bogotá. 54p.
- Higuera, A. O. 2003. Resultados de investigación en enfermedades. Fedearroz: Fondo nacional del Arroz, mimeografiado
- Higuera A. O. Cuevas A. 2015. Guía para el monitoreo de enfermedades. Fedearroz: Fondo nacional del Arroz. Vera, Bogotá, 34p.
- Lastra, L.A. 2013 First record of *Diatraea tabernella* (Lepidoptera: Crambidae) in the Cauca river valley of Colombia. *Florida Entomologist.* 96:1198-1201
- Park, I.J., J.C. Yoon, S.J. Park, E.H. Kim, Y.J. Cho y K.S. Shin. 2003. Characterization of the proteolytic activity of bacteria isolated from a rotating biological contactor. *J. Microbiol.* 41, 73-77.
- Perez C. 2014. Dinámica poblacional de insectos fitófagos y benéficos en variedades de arroz en Córdoba. Fedearroz: Fondo nacional del Arroz. Arroz, Vol 62 No 509 marzo-abril, pp 34-44
- McSpadden Gardener B. 2003. Soil conditions that can alter natural suppression of *Escherichia coli* O157:H7 in Ohio specialty crop soils. *Appl Environ Microbiol* 81:4634-4641

Terminó de imprimirse
en noviembre de 2018 en



Bogotá, DC, Colombia
editorialmvb@gmail.com



FEDEARROZ
FONDO NACIONAL DEL ARROZ

ISBN: 978-958-58219-7-2



9 789585 821972