



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA TROPICAL**  
**SOSTENIBLE**

**Trabajo de Titulación Examen Complexivo**

**“ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA EL MANEJO DEL  
COMPLEJO DE MANCHADO DE GRANO EN EL  
CULTIVO DE ARROZ EN BABAHOYO – PROV. LOS  
RÍOS.”**

**AURA JACQUELINE SOLIS AGUILAR**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**MAYO - 2016**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGRICULTURA TROPICAL**  
**SOSTENIBLE**

**Trabajo de Titulación “Examen Complexivo”, para la obtención  
del Grado de Magíster en Ciencias con Énfasis en Agricultura  
Tropical Sostenible, Tercera Versión.**

**“ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE  
COMPLEJO DE MANCHADO DE GRANO EN EL  
CULTIVO DE ARROZ EN BABAHOYO – PROV. LOS  
RÍOS.”**

**AUTORA:**

**AURA JACQUELINE SOLÍS AGUILAR**

**TUTORA:**

**MSc. Mónica Armas Soto**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**MAYO - 2016**

**CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN  
EXAMEN COMPLEXIVO ESTUDIO CASO**

**MSc. DIALHY COELLO SALAZAR  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**MSc. MIRIAM SALVADOR BRITO  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**MSc. JAIME SALAS ZAMBRANO  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**MSc. TELMO ESCOBAR TROYA  
DIRECTOR DE MAESTRÍA**

**DRA. CARMITA BONIFAZ DE ELAO, MSc.  
DECANA**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible, nombrado por la Decana de la Facultad de Ciencias Naturales, CERTIFICO: que he analizado el Estudio de Caso presentada como Examen Compléxivo, como requisito para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencias con Énfasis en Agricultura Tropical Sostenible, la cual cumple con los requisitos Académico, Científico y formales que demanda el Reglamento de Posgrado.

**Atentamente,**

**MSC. MÓNICA ARMAS SOTO  
TUTOR**

Guayaquil. Mayo 17 del 2016

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedico primero a Dios por darme la vida y con la más profunda admiración, cariño, respeto y gratitud a mis padres, quienes con su esfuerzo, amor y apoyo incondicional me guiaron por el camino del bien y la superación.

**Aura Jacqueline Solís Aguilar**

## **AGRADECIMIENTO**

El autor deja constancia de su profundo agradecimiento a Dios por su infinita bondad, a mis padres, hermanas, amigos y demás familiares que estuvieron apoyándome en todo momento de mi vida.

A la Universidad de Guayaquil, por haberme brindado todo su conocimiento científico y práctico para así convertirme en un profesional.

A mi tutor Blga. Mónica Armas Soto MSc. por su valioso aporte en la realización de este trabajo investigativo.

**Aura Jacqueline Solís Aguilar**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido del Estudio de Caso, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

---

Firma: Ing. Aura Jacqueline Solís Aguilar

## **ABREVIATURAS UTILIZADAS**

**AGROCALIDAD:** Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad Del Agro

**A.N.E:** Antes de Nuestra Era

**CATIE:** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

**CORPOICA:** Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

**INA:** Instituto Nacional de Aprendizaje

**INEC:** Instituto Nacional Estadística y Censo

**INIAP:** Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

**INISAV:** Instituto Nacional de Investigación Sanidad Vegetal

**IPNI:** Instituto Nacional de Nutrición de Plantas

**MAGAP:** Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca

## RESUMEN

Se estudió alternativas para el control del complejo denominado como manchado de grano en el cultivo de arroz y su efecto sobre el rendimiento de grano. En este trabajo se encontró incidencia de los hongos que atacan al grano. En condiciones de campo presentan una gran variabilidad de daños y formas de manifestación. Sin embargo en el presente trabajo se afianzo en informaciones colectadas en la aplicación de alternativas para el control y manejo de estos patógenos. El control con agroquímicos es el más utilizado, hasta la aplicación de alternativas de tipo biológicas, que inciden sobre la capacidad de inóculo de infección. La utilización de estas alternativas continúan siendo estudiadas, los resultados experimentales encontrados aún son poco precisos y en algunos casos escasos para interacciones específicas. Respuestas positivas se reportan en aplicaciones tempranas con alternativas biológicas, siendo la más común, el uso de antagonistas como *Bacillus* y *Trichoderma*, los cuales inhiben la formación de los agentes causales del manchado en el cultivo de arroz.

**Palabras claves:** Alternativas, manchado, patógenos, control, fungicidas.

## ABSTRACT

I studied ways to control complex called as grain spot rice farming and its effect on grain yield. In this study incidence of fungi that attack the grain he was found. Under field conditions are extremely variable from damage and forms of manifestation. However in this work it was consolidated on information collected in the application of alternative control and management of these pathogens. Control with agrochemicals is the most widely used alternative to the application of biological type, which affect the ability of inoculum of infection. The use of these alternatives are still being examined, the experimental results are still vague and in some few cases for specific interactions. Positive responses were reported in early applications with biological alternatives, the most common use of antagonistic as *Bacillus* and *Trichoderma*, which inhibit the formation of the causal agents stained in rice cultivation.

**Keywords:** Alternatives, stained, pathogens, control, fungicides.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
1.1. Objetivo principal.....	3
1.2. Objetivos específicos .....	3
1.3. Campo de investigación .....	3
1.4. Delimitación del problema .....	3
1.5. Pregunta de investigación.....	4
1.6. Justificación.....	4
1.7. Premisa .....	4
<b>2. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>5</b>
2.1. Importancia del cultivo de arroz.....	5
2.2. Complejo manchado de grano en arroz .....	7
2.3. Uso de biocontroladores e interacción planta - patógeno.....	11
2.4. Estudios en biocontroladores .....	13
2.5. MARCO METODOLÓGICO .....	17
2.5.1. Ubicación y Descripción del campo experimental .....	17
2.5.2. Métodos .....	17
2.5.2.1 Observaciones y mediciones directas .....	18
2.5.2.2 Evaluación de la información.....	18
2.5.3. Diseño experimental .....	18
2.5.4. Situación inicial .....	19
2.5.5. Material vegetativo .....	19
2.5.6. Plaguicidas utilizados en arroz .....	20
2.5.7. Fertilización.....	20
2.6 RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO .....	21
2.6.1 Manejo de productos en el cultivo.....	24
2.6.2 Manejo ambiental del cultivo de arroz con alternativas biológicas .....	25

<b>3. CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>4. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>37</b>
<b>6. ANEXO.....</b>	<b>41</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Matriz CDIUTabla .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 2 Escala de capacidad antagónica .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 3. Observaciones y criterio económico en manchado del grano .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 4. Impactos de aplicaciones sobre manchada del grano sobre el factor social. ....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 5. Reducción en el peso de los granos llenos manchados con respecto a los llenos sanos. ....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 6. Caracterización de las principales provincias arroceras del país .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 7. Parámetros evaluados en las tecnologías estudiadas .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 8. Criterio para medir índice y susceptibilidad en variedades .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 9. Rendimiento evaluados en los cultivares de arroz .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 10. Rendimiento evaluados frente los fungicidas probados .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 11. Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de aislados de Trichoderma spp. en el antibiograma con los diferentes fungicidas curasemillas, a las 48 horas de incubación. FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2012. ....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 12. Bioplaguicidas registrados en Colombia para el control de enfermedades. ....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 13. Observaciones y soluciones propuestas respecto a las alternativas biológicas frente al manchado del grano. ....</b>	<b>34</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

El Arroz (*Oryza sativa*), es la gramínea con mayor área de siembra a nivel mundial con una superficie sembrada de 165.1 millones de hectáreas según la FAO, en 2012. En Ecuador se estima una producción de 1'565535 Tm en el 2012 tomando información del INEC, en un área sembrada de 411.459 ha distribuida en mayor cantidad en las provincias de Guayas con 62,53 % y Los Ríos con 30.69 % (Morales, 2015).

En la última década Lyman et al. (2013), afirma que los rendimientos del cultivo han disminuído por factores diversos factores tales como: semilla de dudosa procedencia, variedades susceptibles a plagas y deficiente manejo agronómico (nutrición y manejo de plagas), además otros factores están relacionadas con las variaciones en las condiciones climáticas registradas en los últimos años, debido al calentamiento global. Esto ha ocasionado el aumento de problemas fitosanitarios con mayor intensidad, lo que limita la obtención del máximo potencial en producción de las variedades certificadas.

Los problemas principales del cultivo es el ataque de plagas y enfermedades, la mayoría de productores arroceros no tienen un buen manejo en labores culturales, puesto que esto incide en los rendimientos de forma directa. Las causas se deben a que los productores no cuentan con un debido programa de aplicación de fungicidas, tal como se evalúan enfermedades como el hongo *Magnaporthe oryzae* (Jones, 2016).

El manchado de grano está asociado a diversos factores, entre estos se muestran los climáticos, genéticos, bióticos y prácticas agronómicas. El mal uso de fungicidas ha jugado un rol importante en la epidemiología de la enfermedad en arroz. Por este motivo la agronomía ha buscado soluciones en función de la incidencia y severidad de las enfermedades, no obstante, la relación con agentes de control biológico es la búsqueda de nuevas alternativas que propone disminuir el uso de agroquímicos (Rariz, 2013).

Las prioridades actuales en el manejo integrado de cultivos es el uso de programas de manejo específicos, el mismo parece ser una de las medidas en las que se está haciendo énfasis, ya que permite un mejor retorno de la inversión con daños mínimos al ambiente (Lyman, 2013).

La utilización constante de fungicidas, es la práctica más común en el manejo de la infestación del complejo manchado del grano. Estos productos tienen la capacidad de disminuir la infección, logrando de esta manera evitar el daño, mejorando la capacidad fotosintética de la planta.

Sin embargo, Durán (2004) indica que este efecto puede ser disminuido por la incorrecta aplicación de los mismos en dosis inadecuadas o fuentes poco efectivas, esto permitiría a los patógenos atacar de manera más intensiva por encontrar debilidad en las defensas de los organismos o por tener mayor turgencia el tejido vegetal también referido por INA en Costa Rica (2006).

Los programas adecuados en aplicación de biofungicidas, es una tecnología que se encuentra en la naturaleza y uso actual biofabricas con escaldos de procesos permite aplicarlo en agricultura de todo tipo. En estudios realizados en el control sobre patógenos de cultivos de alta productividad; el conocimiento adecuado de dosis y productos mejorará la eficiencia en las aplicaciones (Cuevas, 2011).

La nutrición en el cultivo de arroz se recomienda dosis de 80 a 100 kg/ha de N, 30 a 50 kg/ha de  $P_2O_5$  y 30 kg/ha de  $K_2O$ . Para el arroz de zonas bajas y de altos rendimientos, variedad mejorada se colocan: 125 kg/ha de N, 30 kg/ha de  $P_2O_5$  y 50 kg/ha de  $K_2O$ . El fertilizante nitrogenado debería ser aplicado en dos, o aún mejor dividido en tres aplicaciones: 1/3 de fondo, 1/3 en macollamiento, 1/3 en la formación de la panícula (IPNI, 2011), puesto que tener una planta bien nutrida fortalece el sistema de resistencia adquirida de las plantas, frente a plagas y enfermedades.

# OBJETIVOS

## 1.1. Objetivo principal

- Estudiar las alternativas biológicas para el manejo del complejo del manchado del grano, en el cantón Babahoyo – Los Ríos.

## 1.2. Objetivos específicos

- Evaluar la importancia del uso de alternativas ecológicas para el manejo del manchado del grano en cultivo de arroz.
- Identificar el efecto antagónico de biocontroladores en el contexto internacional “Manchado del grano”.
- Comparar la efectividad de productos químicos frente a las alternativas biológicas (bioproductos).

## 1.3. Campo de investigación

- Técnicas de manejo agronómico y control de patógenos en el cultivo de arroz.

## 1.4. Delimitación del problema

Actualmente es poca la información generada en base de productos o alternativas de control, que de alguna u otra manera ayuden en la disminución de daño de los principales hongos que atacan al cultivo de arroz en el grano. Los trabajos de investigación realizados, aún no demuestran que dosis, productos o alternativas biológicas logran un mayor control, los bioproductos con carácter biofungicida deben estar conforme a las capacidades de fórmulas y concentraciones comercial, además de tener en cuenta los impactos al ser humano sobre la manipulación y aplicación.

## **1.5. Pregunta de investigación**

¿Qué efectos tiene la aplicación de alternativas biológicas para controlar la enfermedad del manchado del grano en cultivo de arroz?

## **1.6. Justificación**

En las zonas arroceras existe un indiscriminado uso de productos agroquímicos para el control de enfermedades fúngicas en el cultivo de arroz y que ocasionan resistencias a dichas enfermedades; además contaminan al medio ambiente, para lo cual por medio de este estudio se pretende buscar una alternativa favorable con el ecosistema.

## **1.7. Premisa**

En agricultura moderna, la utilización de agentes biocontroladores que reduzcan el daño de patógenos en las partes vegetativas y reproductivas del arroz, es una necesidad para mejorar las defensas y disminuir el uso de fungicidas químicos para dicho control.

La búsqueda de nuevas alternativas de control se constituye en la actualidad en una de las prioridades en el manejo integrado de cultivos. El uso de programas específicos basados en estas alternativas, permite un desarrollo adecuado del arroz y un mejor retorno de la inversión con daños reducidos al ambiente.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. Importancia del cultivo de arroz**

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo (Welch, 2010).

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales (Infoagro, 2014).

El origen del arroz ha sido largamente debatido. Este cultivo es tan antiguo que el lugar y el momento exacto de su origen tal vez nunca sean conocidos. Lo que si es cierto que el arroz ha alimentado más personas que cualquier otro cultivo a través de los tiempos. Los estudios arqueológicos muestran que el arroz, es una especie asiática de arroz cultivado, se originó hace mucho tiempo. Las excavaciones en Hasthinapura han revelado que el arroz ya existía 1000 años antes de cristo, en el Norte de la India (Infoagro, 2014).

El arroz descubierto en las ruinas de Yangshao, China, supuestamente es de 2600 años A.N.E., de forma similar el arroz con cáscara encontrado en Hemudú, China Central, se estima que tiene entre 6000 y 7000 años de antigüedad. En relación con los centros originales de cultivo del arroz existen varias hipótesis: India, China, regiones montañosas en el Sudeste de Asia y también se ha propuesto otra hipótesis

que considera que el arroz cultivado pudo originarse de forma independiente en cada una de las áreas consideradas anteriormente (Suarez, 2006).

De acuerdo con las proyecciones estadísticas del Banco Mundial, la población en el mundo aumentará de seis mil millones de personas en 1999 a siete mil millones en 2020. Es un alto índice que tiene que ser alimentado también se prevé la reducción de los campos cultivados. En el año 2015, si el ritmo no fuera aumentado, habría aún 600 millones de personas hambrientas, aunque también se debe a temas sociales de equidad económica poblacional (FAOSTAT, 2013).

Considerando la agricultura en un sentido general, se nota que los sistemas agrícolas están cambiando. Lo recomendable para los agricultores es hacer uso apropiado de los fertilizantes, también tener por objetivos claros y lograr transferir el conocimiento entre las fincas adyacentes y conseguir procesos eficientes con días de campo y así enfrentar nuevas situaciones. Los agricultores son forzados a cambiar sus sistemas agrícolas por prácticas de manejo cuando las condiciones sociales, económicas y técnicas cambian (Merchán, 2006).

A partir de estudios realizados por Muller y Elienberg (2004), se ha manifestado que en la actualidad muchos de los procesos agrícolas han hecho a la agricultura insostenible. Mucho de esto se debe a sistemas de producción extensivos caducos y de sobre explotación de la selva caducifolia. Los principales problemas encontrados en el sector tropical son:

- Degradación física de suelos ocasionada por la erosión hídrica.
- Degradación biológica, incluida la deforestación y sobrepastoreo.
- La falta de conocimiento. (extensionismo agrícola).
- Poco acceso a insumos, falta de conciencia (políticas y entidades de control).
- Falta de tecnología apropiadas para cada zona (institutos públicos de investigación).

## 2.2. Complejo manchado de grano en arroz

El arroz como cualquier otra planta cultivada, está expuesta a una gran variedad de agentes patógenos que inciden en toda su etapa de desarrollo; la mayoría de los problemas fitosanitarios se presentan en los cultivos de secano (utiliza exclusivamente lo que procede de la lluvia) en gran parte favorecidos por el ambiente y el manejo del cultivo. La enfermedad de mayor prioridad en el mejoramiento de las variedades son la quemazón o piricularia, el virus de la hoja blanca, el manchado de grano por bacteria y recientemente con entorchamiento en el Ecuador (Armijos, 2007).

Según Pineda (2000), en Colombia las cepas autóctonas Bb-114 y Ma-NB, mezcladas de ambas, en formulaciones en polvo y en concentraciones de 10 a 12 conidias/ml son promisorias para el manejo de las plagas según se el objeto de estudio. En el laboratorio las cepas que se comportaron mejor en el caso de *Beauveria bassiana*.

Vivas e Intriago (2012), afirman que existen varios microorganismos que causan manchado en la panícula y grano de arroz, como hongos y bacterias. Entre los hongos que se transmiten por semilla se citan a *Sarocladium oryzae*, *Ustilagoideia virens* y *Bipolaris* sp; otros géneros de hongos se asocian con esta patología, Curvularia, Alternaria, Nigrospora y Fusarium. Las bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, también se han identificado como causales del manchado de grano.

Las panículas y granos manchados muestran diversas tonalidades dependiendo del microorganismo involucrado, si la infección es temprana puede causar vaneamiento de los granos. No obstante, Gutiérrez en 2010 alega que en condiciones de campo, el manchado del grano es un problema complejo, resultante de la interacción hospedante – patógeno - ambiente, que se manifiesta desde la floración hasta la maduración del arroz.

La mayoría de las investigaciones concluyen que la causa determinante de esta enfermedad es principalmente de origen fúngico; se ha logrado aislar de semillas afectadas numerosos hongos, comprobándose experimentalmente que varios de ellos reproducían el síndrome del grano manchado. Los principales agentes causales varían según las regiones y los años; por lo común, en un sitio el problema está asociado con un complejo de hongos, aunque uno o pocos son los que predominan.

En condiciones de campo, el manchado del grano se manifiesta en el periodo que comprende desde la floración hasta la maduración del arroz. Se caracteriza por manchas en las glumas que varían desde pequeños puntos oscuros a extensas áreas que pueden alcanzar hasta el 100 % de su superficie. La decoloración puede profundizarse afectando el endospermo y a veces el embrión (Ou, 1985; Webster y Gunnell, 1992).

El manchado del grano afecta componentes del rendimiento (alto porcentaje de vaneo, disminución del poder germinativo, vigor y tamaño de las plántulas, disminución del número de granos por panoja y del peso de los granos manchados), y la calidad (disminución de granos enteros, granos quebradizos en el proceso de molido, granos yesosos, con coloraciones anormales); además, en los campos de producción de semillas el problema obliga al descarte de muchos lotes, ya que los hongos causales pueden ser transmitidos por dicho órgano mencionado por Castaño et al. (1999).

Otro aspecto que se debe destacar, es que la semilla manchada es fuente de inóculo primario y eficiente medio de diseminación de patógenos importantes y de microorganismos saprófitos (Mew y Gonzales, 2002).

Una de las principales enfermedades del arroz es la Rizoctonia (*Rhizoctonia solanii*). Está asociada con altas densidades de siembra, alta fertilización nitrogenada y alta humedad manifestada por manchas en las vainas y hojas a la altura de la lámina de agua, la enfermedad una vez en la parcela es distribuida por el agua. Para controlar la Rizoctonia se puede emplear el hongo *Trichoderma* este se puede depositar en los pases de riego, ya que la enfermedad asciende sobre el tallo junto a la altura de la lámina de agua.

Si existe *Trichoderma* (Apéndice 7) en la superficie del agua, este atacaría la enfermedad sobre el tallo. En el caso de presencia de piricularia (*Pyricularia oryzae*) en estadios tempranos del arroz es recomendable aumentar el riego hasta tapar el cultivo. Las plantas no quedan expuestas a ser contagiadas por la enfermedad con este método (INIAP, 2006).

La *Pyricularia grisea*, tiene amplia distribución en el país, pero la existencia de variedades tolerantes a la enfermedad y el manejo de las épocas de siembra reducen las mermas en los rendimientos del cultivo. El hongo puede permanecer en los restos de la cosecha, en la semilla y en los hospedantes. Sobre los restos de la cosecha se puede encontrar incluso hasta después de dos años. La enfermedad se presenta generalmente a partir de los 35 días después de la siembra, incidiendo durante la fase de ahijamiento.

Tiende a disminuir hacia el cambio de primordio y nuevamente incide en la paniculación. El control se realiza con Azoxystrobin, Carbendazim, Carbendazim más Tetraconazol, Carbendazim más Epoxiconazol, Carpropamid, Benomilo, Ftalida, Procloraz, Tebuconazol, Tebuconazol más Triadimenol y Carboxin más Tiram (García, 2004).

*Pyricularia grisea*, tiene un ataque más severo en condiciones de secano que en arroz riego. Las plantas de arroz son susceptibles a la enfermedad desde la germinación hasta la época de máximo macollamiento y desde la emergencia de la panícula hasta la maduración del fruto. Mayor incidencia y severidad en suelos con deficiencias nutricionales, las lesiones son elípticas, donde el centro de la lesión comúnmente es de color gris o blanquecino y los márgenes de color café o ladrillo. En la vaina se observan manchas irregulares de color marrón (Cuevas, 2001).

La mancha parda *Bipolaris oryzae*, afecta los tallos, las hojas y las semillas. Manchas pardas que al extenderse se tornan de color café, lesiones de forma ovalada y circular con un halo externo de color amarillo con estructuras de reproducción conocidas de forma alargada, cilíndricas, oscuras y curvas. La enfermedad está ampliamente distribuida, considerándose por algunos autores como endémica en las

zonas arroceras del país. Causa afectaciones importantes en la germinación de la semilla y en los rendimientos que son mayores en suelos arenosos y deficitarios de microelementos como el zinc. Ataca tanto a las semillas como a las hojas y las plántulas.

Las hojas presentan manchas ovaladas en sentido longitudinal. Al principio tienen un color claro con bordes difusos, y posteriormente se oscurecen haciéndose los bordes más definidos.

En las semillas las lesiones son algo irregulares, pudiendo alcanzar su totalidad y tomando una coloración pardo rojiza sobre las plántulas se produce la típica sintomatología conocida como damping-off. El hongo puede provocar hasta un 35 % de pérdidas de germinación de las semillas. Las afectaciones sobre el rendimiento pueden llegar hasta un 25 %, al disminuir el número de panículas por plantas (García, 2004).

De la misma manera *Sarocladium oryzae* o pudrición de la vaina, tiene formación de micelios de color blanco. Presencia de lesiones en su mayoría en las vainas de las hojas. Mancha inicial de forma oblonga, irregular, con centro gris y bordes marrones.

Las manchas se unen y cubren toda la vaina, ataques tempranos impiden la formación de las espigas, produce esterilidad y saneamiento de las espigas, granos livianos y manchados del grano, la presencia de *Hemilthosporium*

(*Hemilthosporium oryzae*) está muy relacionada con desbalances nutricionales, la falta de potasio y los desbalances son más graves en condiciones de poca humedad. Esto se debe a que con humedad, el potasio se moviliza por la tierra y tiene mayores posibilidades de ser absorbido por las raíces de las plantas (INIAP, 2006).

### 2.3. Uso de biocontroladores e interacción planta - patógeno

La acción antagonista se ha estudiado en algunos hongos, bacterias y levaduras. Dentro de los primeros se destacan los géneros *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Ampelomyces* y *Lecanicillium*. El primero de ellos constituye posiblemente el grupo más estudiado en cuanto a este tipo de acción. Se destacan las especies *Trichoderma viride* y *Trichoderma harzianum*, pero muchas otras también manifiestan acción antagonista. *Trichoderma* ha demostrado efectividad contra *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. y otros hongos del suelo (Del Pozo, 2014).

La importancia y manejo de microorganismos benéficos se ha incrementado a tal grado que en la actualidad se ha generado todo un movimiento comercial de los mismos. Sin embargo, la producción y comercialización de productos biofertilizantes está encaminada al fortalecimiento de sistemas de producción sostenible. Esto en respuesta a la preocupación que a nivel mundial se ha generado en la demanda de productos alimenticios sin o casi nula aplicación de pesticidas, que no repercuten en la contaminación ambiental, por fortuna con poco impacto en la salud humana.

Este tema de la actividad microbiana y sus aplicaciones en los sistemas de producción, que favorezcan y garanticen su funcionalidad y efectividad. Del mismo modo, se analizan los efectos de los diferentes grupos microbianos que son susceptibles de utilizar como agentes biofertilizantes, biocontroladores de patógenos y promotores del crecimiento vegetal (INIAP, 2010).

La agricultura tradicional ha buscado acrecentar la producción agrícola mediante el manejo del agua, los nutrientes y el control de malezas, insectos y organismos fitopatógenos.

En la actualidad, apuntan a utilizar los insumos agrícolas en forma dirigida y controlada en el manejo integrado de plagas y enfermedades, la agricultura de precisión, entre otros. Así, se busca identificar los puntos más sensibles del manejo del cultivo para aumentar su rendimiento y disminuir la cantidad de agroquímicos

utilizados. Por último, cabe considerar que el costo de los insumos agrícolas es altamente dependiente de variables internacionales y que sus efectos en el ambiente pueden ser perjudiciales cuando su uso es excesivo y no controlado (CORPOICA, 2009).

Se han estudiado biocontroladores en el manchado del grano en arroz o “pecky rice” el que causa pigmentación del grano y reducción de la germinación del mismo. Además está asociado a una gama de microorganismos. En un estudio realizado en Argentina se evaluó el comportamiento de cinco cultivares de arroz a esta patología, bajo diferentes condiciones de fertilización nitrogenada.

Donde se determinó que la interacción fertilización por genotipo en la variable de incidencia y el porcentaje de germinación donde disminuyó significativamente en la dosis mayor de nitrógeno y las distintas especies fúngicas inhibieron en distinta proporción la germinación del grano en extremos que van desde un 100 % para *Bipolaris oryzae* hasta un 23,2 % en el caso de *Epicoccum* sp. (Pincioli et al. 2004). Otros estudios revelan que desde 1997 al año 2000 fueron procesadas 154 y 341 muestras de semillas de arroz para el analizar las claves taxonómicas correspondientes para la identificación de los hongos presentes y se observaron 99 especies pertenecientes a 59 géneros. De ellas 54 especies no están notificadas en el lugar de estudio en las semillas de arroz. Sin embargo, 20 especies de hongos no se tienen referencias de que estén notificadas en semillas de arroz en el mundo (Pincioli et al. 2004).

También se relaciona la frecuencia de estos organismos en las muestras (Nenínger, Hidalgo, Barrios y Pueyo, 2003). Se realizó investigación relevante en las estaciones experimentales nivel internacional donde se ha determinado la importancia de la interacción planta patógeno y otras como genotipo-ambiente realizado con el propósito de evaluar comportamiento del manchado del grano en tres variedades de arroz (INCA LP-2, INCA LP-7 y J-104) como testigo. Se estudió su relación con el vaneo y el peso de 1000 granos en dos épocas (poco lluviosa 2002/2003, y lluviosa 2002).

El diseño de experimentos empleado por Sandoval (2012), fue el de bloques al azar con tres repeticiones, los resultados mostraron que el manchado difirió significativamente entre una época a otra, el vaneó presentó este mismo comportamiento, mientras que el peso de 1000 granos sanos fue mayor en esta época.

Al mismo tiempo los granos manchados pesaron menos que los sanos en cada época estudiada. Además se infirió que relación con el porcentaje de vaneó y el peso de los granos interactúan. (Regla, Cárdenas, Travieso, Valdés, Pérez, González, Rivero y Cruz Triana, 2004). El arroz (*Oryza saliva* L) es uno de los principales cultivos, las semillas se categorizaron en sanas y manchadas además de registrar 42 especies de hongos asociados o no al manchado del grano en 200 (Sandoval, 2002).

Numerosas especies del género *Curvularia* han sido informadas en el arroz al provocar daños, particularmente manchado y decoloración de los granos, sin embargo, no se han hecho estudios que demuestren la patogenicidad de todas las especies que se han registrado. Se prepararon suspensiones de conidios de 13 especies de *Curvularia* aisladas de semillas de arroz: *C. aerea*, *C. akaiensis*, *C. andropogonis*, *C. brachyspora*, *C. cymbopogonis*, *C. geniculata*, *C. intermedia*, *C. lunata*, *C. pallescens*, *C. senegalensis*, *C. trifolii*, *C. verrucosa*, *C. verruculosa*, y con ellos se asperjaron plántulas de tres variedades con 15 días de germinadas, que se evaluaron con una escala cualitativa de daños.

Se corroboró la patogenicidad de *C. lunata* y *C. geniculata*, y se demostraron por primera vez los daños ocasionados por las restantes especies en las plántulas de arroz, lo cual constituye un aporte para el registro de enfermedades en el cultivo (Estrada y Sandoval, 2004).

#### **2.4. Estudios en biocontroladores**

El cultivo de arroz posee características especiales debido a la presencia de láminas de agua para su producción, limitando así la aplicación de agentes de biocontrol al

suelo por las condiciones de anoxia del mismo. Los hongos del género *Trichoderma* poseen la capacidad de controlar patógenos del suelo y promover el crecimiento en varios cultivos. Se han evaluado efectos de *Trichoderma harzianum* (TV72) y *Trichoderma asperellum* (TV190) sobre la germinación, desarrollo vegetativo y producción de arroz a diferentes alturas de lámina de agua; así como el biocontrol in vitro de *Pyricularia grisea* y la incidencia disminuye para el manchado del grano en vivero.

Con *Trichoderma* spp. al 30 y 60%, lograron disminuir 34 y 45% el manchado del grano frente a *Pyricularia grisea* con un 18 y 52%. Estas evidencias sugieren utilizar a *Trichoderma* spp. en las condiciones de inundación del cultivo de arroz para el manejo de enfermedades y promoción del desarrollo y rendimiento (González y Regla, 2004).

*Trichoderma* secreta enzimas (celulasas, glucanasas, lipasas, proteasas y quitinasas) que ayudan a disolver la pared celular de las hifas del huésped, facilitando la inserción de estructuras especializadas y absorbiendo los nutrientes del interior del hongo huésped. Al final el micelio del hongo parasitado queda vacío y con perforaciones, provocadas por la inserción de las estructuras especializadas. Así como ejemplo, podemos explicar el ciclo biológico de *Trichoderma* frente a *Rhizoctonia*, patógeno de raíces de tomate, mediante micoparasitismo en un cultivo (Cervantes, 2014).

Una vez que *Trichoderma* se ha enrollado alrededor de las hifas del patógeno, libera una batería de enzimas hidrolíticas que degradan la pared celular del patógeno. Se puede observar posteriormente, la erosión de la pared celular del patógeno y los hoyos por los cuales, ha penetrado en el interior el hongo. Este proceso permite que *Trichoderma* penetre dentro del mismo, degradando su contenido citoplasmático, utilizándolo parcialmente o totalmente como nutriente. El parasitismo directo no es el único método que tiene el hongo para parasitar.

Saavedra (2009), indica que también produce antibióticos que le permiten inhibir el desarrollo de otros hongos o bacterias, que compiten por nutrientes y espacio. La antibiosis es el antagonismo que resulta cuando un microorganismo produce

metabolitos secundarios que son tóxicos para otro microorganismo o que inhiben las actividades celulares vitales.

Al complejo machado del grano se mantiene un margen competitivo con *Trichoderma* en su ambiente natural, especialmente en la colonización de sustratos orgánicos donde la competencia por espacio y alimentos puede ser feroz. Es un fenómeno muy común, responsable de la actividad biocontroladora de muchos organismos tales como *Pseudomonas spp.*, *Bacillus spp.*, o *Trichoderma spp.*, que han sido desarrolladas como agentes de control biológico de patógenos (Fernández, 2005).

La formulación de *Trichoderma* disponible en Centro América es Mycobac (*Trichoderma lingnorum*) de Laverlam. Para el control preventivo de Rhizoctonia en arroz, se recomienda aplicar durante los primeros 20 días posteriores a la germinación entre 100 y 200 gr de Mycobac/ha (Peletizados, 2006).

Con respecto a *Bacillus subtilis*, se ha estudiado la liberación de compuestos con propiedades anti fúngicas como la subtilina y otros antibióticos de la familia de las Iturinas. Estas últimas son polipeptidos que actúan sobre la pared celular de los hongos. Friddaman y Rossal (1993) observaron vacuolización y deformación de las hifas de *R. solani* y *P. ultimum* provocadas por la formación de un compuesto volátil con propiedades fungicidas (Fernández, 2001).

La versatilidad, adaptabilidad y fácil manipulación de los hongos del género *Trichoderma* ha permitido su uso en el control biológico. Sin embargo, las deficiencias en las tecnologías de formulación son una limitación para el avance en las investigaciones tecnológicas. *Trichoderma spp.*, produce tres tipos de propágulos: hifas, clamidosporas y conidios, estas son activas contra los fitopatógenos en diferentes fases del ciclo de vida, desde la germinación de las esporas hasta la esporulación.

De gran aceptación por los productores ha sido el uso de antagonistas del género *Trichoderma*, principalmente para el control de patógenos del suelo y en tratamientos de semillas. Entre ellos: *Phytophthora capsici*, *P. parasítica*,

*Rhizoctonia solani*, *Pythium aphanidermatum*, *Sclerotium rolfsii*. La reproducción de estos microorganismos se hace de acuerdo con un plan que se corresponde con las necesidades de la producción agrícola (Pérez y Vásquez, 2008).

*Bacillus subtilis* es bacteria común de suelo, abundante en rizosfera de plantas en germinación, además produce toxinas en fermentación. Las bacterias al ser habitantes comunes en el suelo se establecen por sí solas en la rizosfera del cultivo tratado y colonizan el sistema radical, compitiendo con los organismos que atacan el sistema radical en desarrollo. Trabaja primero creando una zona de inhibición en la hoja, previniendo el ataque de patógenos.

También detiene el crecimiento de los patógenos por competencia de los nutrientes y espacio en la superficie de la hoja, destruye el tubo germinativo y micelio del patógeno, estos diferentes modos de acción resultan en un efectivo control de las enfermedades, con muy poca posibilidad de que los patógenos desarrollen resistencia. Los biocontroladores protegen una amplia gama de cultivo como: soya, maní, trigo, centeno, leguminosas, arroz y algodón. En tratamiento de semilla controlan patógenos tales como *Fusarium* sp, *Pythium* sp, y *Rhizoctonia* sp.

*Trichoderma koningii* y *Trichoderma harzianum*, son hongos de ocurrencia natural en suelo y antagonista de hongos fitopatógenos. Actúan mediante la ruptura de paredes hifales del hongo parásito, lo penetra con sus hifas y aprovecha nutrientes de éste y lo rompe. A su vez produce toxinas tales como Tricodermin y harzianopiridona causando antagonismo por fungistasis sobre hongos fitopatógenos y produce enzimas de tipo lítico que destruyen las paredes celulares de los esclerocios o estructuras de resistencia del hongo. Compite por nutrientes y la dominancia de la rizosfera, tienen la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces de las plantas. En su proceso de multiplicación se producen hormonas de crecimiento tales como; auxinas, giberelinas y citoquininas que estimulan la germinación y desarrollo de las plantas (Duran, 2004).

## **2.5. MARCO METODOLÓGICO**

### **2.5.1. Ubicación y Descripción del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó con la revisión de investigaciones en arroz en incidencia de manchado de grano y biocontrol y comparaciones en el contexto internacional sobre el uso de agroquímicos y alternativas biológicas.

### **2.5.2. Métodos**

La investigación se realizó durante en el mes de diciembre 2015 a enero 2016, utilizándose variables cualitativas y respuestas comparables de las alternativas biológicas frente a agroquímicos, permitiendo tomar las inferencias de investigaciones recientes y continuar el proceso de validación y contraste de la información obtenida.

La evaluación de información se realizó a través de factores de impacto del material revisado, el mismo mide indicadores agronómicos, económicos y ambientales. Los datos se evaluaron sobre información del cultivo y vistas de campo (extensionismo agrícola). Adicionalmente se tomarán datos de estaciones experimentales a través de análisis ambientales, para comparar niveles críticos a futuro. Los métodos de capturas de datos comúnmente son: diferencial semántico, pruebas y triangulación de datos.

**Tabla 1. Matriz CDIUTabla**

<b>CATEGORÍA</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>UNIDAD DE ANÁLISIS</b>
<b>Económicas</b>	Agroquímicos	Observación y entrevistas	Unidad de producción agrícola
<b>Sociales</b>	Labores culturales	Observación y entrevistas	Personal operativo de aplicación
<b>Ambientales</b>	Personal de aplicación y Unidad de producción agrícola	Observación	Fungicidas y bioproductos

Fuente Autor, 2016

### **2.5.2.1 Observaciones y mediciones directas**

En las fincas se realizaron diagnósticos descriptivos, a través de métodos empíricos tal como como: de observación participativa mediante recorridos por las parcelas, tomas de muestras, diagnósticos preventivos y correctivos.

### **2.5.2.2 Evaluación de la información**

La información obtenida fue contrastada con consultas directas a agricultores arroceros, además de investigaciones en Ecuador sobre el uso de agroquímicos contrastada con bioproductos (Anexo4).

### **2.5.3. Diseño experimental**

Para la realización de este trabajo se utilizó, revisión de literatura y análisis bibliográfico comparativo cualitativo, por lo tanto no se aplicó biodiseños, ni pruebas cuantitativas.

#### **2.5.4. Situación inicial**

El potencial de la producción agropecuaria está limitado por un conjunto de factores restrictivos, entre los que se destacan por su relevancia las deficiencias nutricionales, las condiciones ambientales y los organismos perjudiciales, entre otras.

En estos últimos se incluyen en este grupo a los agentes fitopatógenos, estos organismos son de amplia difusión y con frecuencia aparecen en las distintas regiones productivas de nuestro país. Sus efectos negativos sobre los cultivos no sólo se manifiestan por una disminución de los rendimientos, sino también producen un acentuado deterioro en la calidad del producto final.

Hasta hace poco tiempo, el desarrollo de la agricultura ha sido acompañado por un enfoque de protección de cultivos fundamentalmente orientado a -controlar- a los organismos perjudiciales, entendiendo como tal la reducción significativa de los factores bióticos limitantes de la producción.

El aumento de los casos de resistencia, los aspectos de seguridad ambiental y la necesidad última, pero no de menor importancia, de reducir costos operativos, ha resultado en un creciente interés de reducir el nivel de empleo de agroquímicos en la protección vegetal. En este sentido, surge el enfoque de la utilización de biofungicidas, el cual apunta a la protección de los recursos naturales, la producción de un volumen adecuado de alimentos de acuerdo a la necesidad de la sociedad. Los trabajos realizados muestran un control muy efectivo de especies como *Trichoderma* y *Bacillus*, sobre la incidencia de este complejo evaluando el antagonismo en escala (Tabla 1).

#### **2.5.5. Material vegetativo**

El material de siembra más utilizado por los agricultores, son las variedades INIAP con alto potencial de rendimiento, sobre todos aquellos que sobrepasan productividades de más de 50 sacas/ha (5000 kg/ha), abastecidos por diferentes

empresas comercializados sobre todo Agripac, Ecuaquímica, Interoc y Pronaca. Los agricultores expresan confiabilidad en la calidad de semillas adquiridas y un alto porcentaje no siembra el material de manera reciclada.

### **2.5.6. Plaguicidas utilizados en arroz**

Los plaguicidas comúnmente utilizados en arroz pertenecen al grupo de los herbicidas, sin embargo el uso de insecticidas y fungicidas es alto. Entre los más empleados podemos mencionar a Glifosato (H), Metsulfuron Metyl (H), Pendimetalin (H), Butaclor (H), Tebuconazol (F), Clorpirifos (I), Cipermetrina (I), Metomyl (I), entre otros.

Los productores utilizan también alternativas de control dentro de la que destacan el uso de purines (extractos) de plantas y la elaboración de insecticidas botánicos a base de la fermentación de los exudados de la hoja del madero (Neem, Ají, entre otros).

### **2.5.7. Fertilización**

El abono orgánico más conocido por los agricultores es el lombrihumus. Los productores aplican fertilizantes compuestos o solos en sus plantaciones desde la siembra con el fin de lograr un desarrollo óptimo y con ello maximizar los rendimientos de sus cultivos obteniendo réditos económicos satisfactorios.

Esta fertilización es realizada de manera secuenciada, sin contar con un análisis de fertilidad de suelos previo y con una misma formulación, lo cual indica poca seguridad de los niveles de nutrientes del suelo y las necesidades reales del cultivo. Los biocontroladores forman parte del manejo adicional a los programas de control de plagas, sin embargo su usos se da por la venta directa de las empresas.

El desarrollo y aplicación de agentes de control biológico de enfermedades, es de vital importancia, siendo relevante como alternativa en el desarrollo de una

agricultura sostenible que garantice la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente para las nuevas generaciones. La aplicación controlada en agroecosistemas de estos organismos vivos o los metabolitos para el control de enfermedades, implica el mejoramiento de las variedades, al proteger las plantas el deterioro producido por agentes fitopatógenos (Anexo 5 y Tabla 2).

**Tabla 2 Escala de capacidad antagónica**

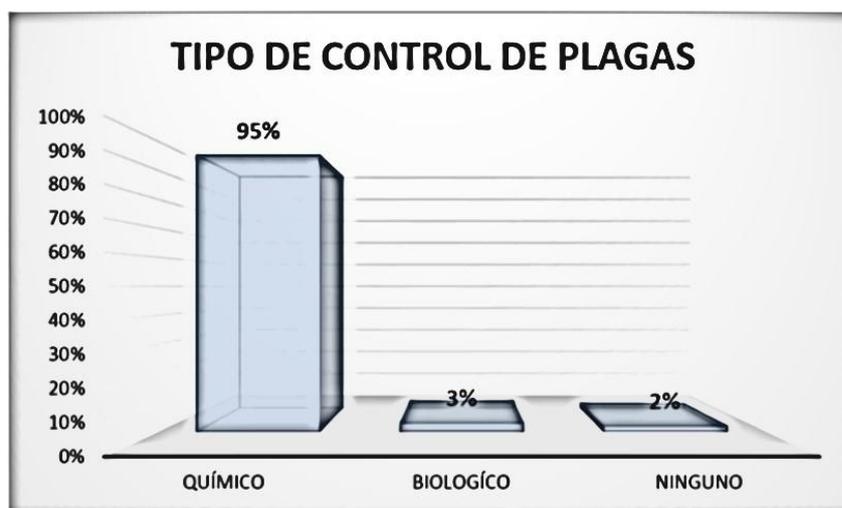
<b>GRADO</b>	<b>CAPACIDAD ANTAGÓNICA</b>
0	Ninguna invasión de la superficie de la colonia del hongo patógeno
1	Invasión de 1/4 de la superficie de la colonia del hongo patógeno
2	Invasión de 1/2 de la superficie de la colonia del hongo patógeno
3	Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno
4	Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno esporulación sobre ella.

**Fuente: Ezziyyani et al 2004.**

## **2.6 RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO**

Los resultados del caso de estudio conforman las observaciones de las condiciones nacionales e internacionales relacionadas a las categorías y dimensiones establecidas en el marco metodológico. Las alternativas biológicas para controlar manchado del grano en el cultivo de arroz, son poco utilizadas por el agricultor, debido a que el agricultor está acostumbrado al uso de agroquímicos sugeridos por la casa comercial.

Los resultados de las encuestas muestran la percepción del agricultor ante las alternativas biológicas en estudio, cabe mencionar que la encuesta fue tomada a agricultores de la zona de Babahoyo, con un tamaño poblacional de 30, donde se observó la situación del productor arrocero de menos de 10 hectáreas, utilizando estadística descriptiva para la valoración cualitativa de las variables categóricas (Anexo 8).



**Figura 1. El control de plagas del productor de Babahoyo**

La mayoría de agricultores encuestados mencionaron que aplican agroquímicos en un 95% (Figura 1), estas son moléculas diversas para combatir hongos que causan el manchado del grano, no obstante, se observó que lo realizan, después que la enfermedad está presente de forma masiva, ninguno realiza control de forma preventiva, indican que se debe a los costos que representa la compra y aplicación. Además cuando aplican, no están conscientes de los riesgos que representa la aplicación de tales agroquímicos en la salud y el medio ambiente.

En la segunda pregunta sobre el diagnóstico de enfermedades, el productor de Babahoyo en un 84% no conoce las técnicas de diagnóstico de enfermedades y tan solo un 16% recalca conocer debido a capacitaciones. Sin embargo, de forma empírica entiende el desarrollo de la planta, en ocasiones es asesorado por casas comerciales, las que sugieren productos, sin haber observado la problemática en el campo.

El manchado del grano es producido por diversos hongos patogénicos, además los insectos plagas pueden dispersar la enfermedad como por ejemplo los chinches. La prevención se debe constituir basados en diagnósticos y monitoreos constantes entre los 80 y 90 días (Anexo 6 y 7).

En la tercera pregunta sobre el control del manchado en el grano, los agricultores contestaron que aplican agroquímicos en un 82% y todos relacionados con fungicidas sintéticos con alto nivel de toxicidad, sin embargo, ninguno relaciono al manchado con aplicación de insecticida, puesto que los insectos dispersan las enfermedades (vectores de bacterias, virus y hongos).

Además solo un 15% utilizan alternativas biológicas tales como bioproductos a partir de Tricoderma y otros agricultores indican que producen regidos a la siguiente frase “A LO QUE DIOS DE”, debido a baja condición socioeconómica, representada en un 3% de la población estudiada.

El productor de esta zona no lleva un registro de los productos aplicados en el cultivo, peor aún las dosis de cada uno, se asesoran entre ellos, en fiestas o visitas fortuitas. La efectividad y recomendaciones que brindan asesores comerciales son sesgadas porque inciden en conflictos de intereses.

Tan solo un 6% tienen registros y almacenan los recipientes de una forma inadecuada. El 94% de los entrevistados no toma las medidas necesarias de seguridad en la aplicación, causando contaminación de afluentes cercanos de consumo familiar.

Se pudo ratificar que la aplicación de fungicidas químicos, disminuye el daño en el vaneamiento de granos en las panículas, según los reportes revisados. Con la presencia de estos valores correspondientes a la tasa de infección en granos disminuye considerablemente la zona estudiada.

En las zonas estudiadas se identificó varios géneros presentes, lo que brindó información sobre el tipo de hongo y su capacidad colonizadora, así mismo permitirá la producción de mejores agentes biocontroladores procedentes de la zona de estudio.

Según Espinel y Goya (2009), los pequeños agricultores de menos de 10 hectáreas no llevan un registro de los costos de la actividad productiva, lo que no permite tomar decisiones acertadas en la actividad económica, mientras que los grandes

productores son ineficientes en productividad, pero el manejo económico es más acertado.

Los costos de agroquímicos varían cada semana, costo del jornal de aplicación es similar entre orgánico y sintéticos, los efectos producidos difiere en gran medida debido al modo de acción sobre el patógeno presente en el cultivo de arroz, en el caso del manchado un complejo de patógenos que disminuyen producción neta (Tabla 3).

**Tabla 3. Observaciones y criterio económico en manchado del grano**

CATEGORÍA	DIMENSIÓN	OBSERVACIONES EN ECUADOR	SOLUCIONES PROPUESTAS		
			Argentina	USA	Colombia
Criterios económicos	Paquete tecnológico	Conforme a la extensión unidad de producción agrícola, uso mixto de agroquímicos	Uso de agroquímicos y aplicaciones mixtas	Uso de agroquímicos conforme al umbral económico	Uso de agroquímicos y alternativa biológicas nativas
	Rendimiento 2013	4.27 Tm/ha	6.72 Tm/ha	8.62 Tm/ha	4.57 Tm/ha
	Insumos	Agroquímicos sintéticos y biológicos importados	Producción y uso de agroquímicos sintéticos	Producción intensiva, extensiva subsidiada	Producción de cepas autóctonas de mercado de insumos
	Labores culturales	No tecnificado y semitecnificado	Tecnificación y semitecnificación	Agricultura de precisión (100% tecnificado)	No tecnificado y semitecnificado

Fuente: Moreno, 2014

### 2.6.1 Manejo de productos en el cultivo

Las prácticas agrícolas analizadas muestran que en el cultivo de arroz es importante considerar la aplicación de insumos agrícolas, debido a la utilización inadecuada, que puede generar resistencias, riesgos ambientales y a la salud humana, sin embargo, se podría mejorar el entorno productivo transmitiendo información adecuada sobre aplicaciones y alternativa sustentables (Tabla 4).

La aplicación de bioproductos proporcionan disminución en los impactos ambientales, además de estimular la rápida colonización de biocontroladores facilitando el crecimiento de los medios de dispersión de las cepas, evitando la resistencia a enfermedades del cultivo, concientizado al agricultor en esta zona periférica del cantón Babahoyo, (Anexo 1, 2 y 3).

**Tabla 4. Impactos de aplicaciones sobre manchada del grano sobre el factor social.**

CATEGORÍA	DIMENSIÓN	OBSERVACIONES EN ECUADOR	SOLUCIONES PROPUESTAS		
			Argentina	Cuba	Colombia
Criterios sociales	Paquete tecnológico	Plan semilla y transferencia de información tecnológica	Asesorías y Tecnificación continua e investigación Universitaria	Investigativa y extensionismo eficiente	Normativas de validación por parte de profesionales agropecuarios antes de siembra.
	Acceso a la información	Poco acceso a la educación formal	Educación secundaria y superior	Educación superior	Educación secundaria y superior
	Vínculos a grupos económicos	Cooperativas y gremios productivos	Asociaciones para la distribución y consumo.	Mercado interno en economía social	Mercado mixto y conflictos por TLC

Fuente: Barbosa, 2005.

### 2.6.2 Manejo ambiental del cultivo de arroz con alternativas biológicas

Según el Instituto de Sanidad Vegetal de Cuba en 2004, estudiaron diversas variedades de arroz reflejan mayor incidencia de manchado en la época lluviosa, en un porcentaje de 9.96% y en la poca lluviosa con 3,79%, lo que determina múltiples interacciones con los factores ambientales en el desarrollo de las alternativas biológicas (Tabla 5).

**Tabla 5. Reducción en el peso de los granos llenos manchados con respecto a los llenos sanos.**

Variedades	Lluvioso		Poco Lluvioso	
	Gramos	%	Gramos	%
LP-2	2,8	11,2	1,2	4,58
LP-7	2,5	8,9	0,5	1,58
J-104	2,8	9,93	1,1	3,78
Media	2,7	9,96	1,1	3,79

Fuente: Cárdenas, 2004

La influencia de los factores ambientales en las provincias arroceras de Ecuador son: Guayas, Los Ríos y Manabí está inciden en el rendimiento y productividad mientas varían conforme a la composición de la unidad de producción agrícola, no obstante se observa que la provincia de Guayas presta condiciones ideal para la productividad y sostenibilidad del cultivo de arroz (Tabla 5 y 6), lugar donde las variables agronómicas obtienen un rendimiento de 4,86 Tm/Ha líder a nivel nacional.

**Tabla 6. Caracterización de las principales provincias arroceras del país**

PROVINCIAS / VARIABLES	GUAYAS	LOS RÍOS	MANABÍ	TOTAL NACIONAL
Rendimiento (Tm/ha)	4,86	4,49	4,32	4,67
Área sembrada (Ha)	8,74	4,28	3,98	6,46
Sistema de producción	Convencional	Inundación	Convencional	Convencional
Semilla	INIAP 14, 11	SFL-09	INIAP 14	INIAP 14
Tipo de siembra	Trasplante	Al voleo	Trasplante	Al voleo
Acceso a fertilización	100%	98%	80%	96%
UREA *	3,67	1,83	4,27	3,52
MOP *	0,47	0,17	0,73	0,5
DAP *	0,82	1,93	0	0,77
Mezclas *	2,67	0,59	0,44	1,61
Problemas principales	Plagas	sequia	Plagas	Plagas
Humedad (%)	28,34	28,66	25,61	27,94

FUENTE: (MAGAP/CGSIN-DAPD) Moreno, 2014.

\* Volumen fertilizante aplicado promedio qq/ha

La dependencia de agroquímicos o fertilizantes para controlar plagas y enfermedades como el manchado del grano, depende de las condiciones ambientales y un diagnóstico adecuado multifactorial. La contaminación puede afectar la microbiota, la vida silvestre de flora, fauna y el ser humano.

En Ecuador las variables impacto ambiental también interactúan con las variables productivas, observando así fortalezas en Guayas y Manabí en variables como el método de siembra y el sistema de producción (Figura 2).



Fuente: Moreno, 2014.

**Figura 2. Sistema de producción, método de siembra y rendimiento de arroz en Ecuador**

El manejo de plagas y enfermedades, siembra tecnificada y uso de fertilizantes, en la provincia de Los Ríos tiene que ser fortalecida la transferencia de información y aplicaciones adecuadas de insumos agrícolas, para disminuir los impactos ambientales y tener mejores rendimientos, sin embargo, solo un 38% utiliza siembra por trasplante siendo el porcentaje más bajo en comparación a las otras provincias productoras de arroz (Moreno, 2014).

El tipo de tecnología de siembra interviene en el desarrollo de enfermedades y plagas, por tal motivo es importante una siembra correcta, para incrementar productividad, puesto que se manifiestan en las variables agronómicas (Tabla 7).

**Tabla 7. Parámetros evaluados en las tecnologías estudiadas**

No	TECNOLOGÍAS	PLANTAS POR M2	# DE HIJOS	PANÍCULAS POR M2	PANÍCULAS AFECTADAS POR GRISES	MANCHADO DEL GRANO (%)
1	Trasplanta tradicional	112.0 c	9.3 b	370 b	7:00 AM	2.5 a
2	Trasplante con postura jóvenes del piso duro	124.0 c	13.0 a	377 b	5:00 AM	1.3 b
3	Trasplante con posturas jóvenes del capellón	119.0 c	14.6 a	383 b	6:00 AM	1.9 b
4	Siembra directa con sembradora Vietnamita.	152.0 b	8.7 b	381 b	6:00 AM	2.0 b
5	Siembra directa a Voleo.	1910.0 a	8.4 b	619 a	8:00 AM	2.6 a
	CV%	10.21	7.13	13.16	8.20 a	6.17
	ES	2.14	1.02	3.21	1.24	1.36

Fuente: Redelmis, 2008

Además se indica un método para medir la incidencia y susceptibilidad que puede ser adoptado a futuro por los agricultores en Ecuador mencionado por IIRI en 1996, la escala permite identificar los umbrales económicos conforme a las condiciones ambientales (Tabla 8).

**Tabla 8. Criterio para medir índice y susceptibilidad en variedades**

<b>Grado</b>	<b>Incidencia</b>	<b>Susceptibilidad</b>
0	No incidencia	Inmune
1	Menos de 1%	Altamente resistente(AR)
3	1-5%	Resistente ( R )
5	6,1 - 25%	Medianamente resistente (MR)
7	26,1-50%	Susceptible (S)
9	51,1 - 100%	Altamente Susceptible (AS)

Fuente: Cárdenas, 2004

**Fórmulas para calcular manchado de grano y vaneamiento del arroz**

Donde:

M: Número de semillas manchadas

S: Número de semillas sanas

V: Número de semillas vanas

Ll: Número de semillas llenas

$$\text{Manchado (\%)} = \frac{M}{S+M} \times 100$$

$$\text{Vaneo (\%)} = \frac{V}{Ll+V} \times 100$$

En Cuba también se han realizados estudios de afectación económica, donde Redelmis (2008), indican que se observan menos afectaciones de manchado de grano, en cultivos que han utilizado el trasplante de plántulas de arroz.

En Argentina el manchado del grano también es una enfermedad de importancia, donde evaluaron diferencias significativas entre granos vanos y limpios. Con aplicaciones de fungicidas, sin embargo con el fungicida Amistar tuvo diferencias significativas (Tabla 9 y 10), además las variedades utilizadas no manifiestan diferencias significativas ante el ataque de estos patógenos causantes del manchado del grano (Gutiérrez S., 2000).

**Tabla 9. Rendimiento evaluados en los cultivares de arroz**

CULTIVARES	NRO. GRANOS LIMPIOS	NRO. GRANOS VANOS	NRO. GRANOS MANCHADOS	% GRANOS LIMPIOS	PESO GRANOS LIMPIOS	PESO GRANOS MANCHADOS	% PESO LIMPIO
IR 1529 INTA	1505.9 b	1308.2 b	1423.6 a b	0.36 b	40.7 b	34.1 a	0.53 b
CT 6919 INTA	2621.3 a	442.6 a	1790.8 a	0.54 a	66.4 a	41.1 a	0.62 a
Taim	2346.4 a	558.9 a	1214.9 b	0.57 a	60.8 a	29.7 a	0.68 a

Promedios seguidos de letras iguales, no difieren significativamente, según Tukey al 5%

Fuente: Gutiérrez S., 2000

**Tabla 10. Rendimiento evaluados frente los fungicidas probados**

FUNGICIDAS	NRO. GRANOS LIMPIOS	NRO. GRANOS VANOS	NRO. GRANOS MANCHADOS	% GRANOS LIMPIOS	PESO GRANOS LIMPIOS	PESO GRANOS MANCHADOS	% PESO LIMPIO
Testigo	1883.3 a	761.3 a	1623.8 a	0.44 b	49.1 a	39.3 a	0.56 b
Amistar	2311.4 a	799.1 a	1325.3 a	0.53 a	60.4 a	30.7 a	0.66 a
Folicur	2311.3 a	749.4 a	1472.2 a	0.51 a b	58.8 a	34.7 a	0.61 a b
Mancozeb	2125.4 a	769.8 a	1484.4 a	0.49 a	55.8 a	35.1 a	0.60 a b

Promedios seguidos de letras iguales, no difieren significativamente, según Tukey al 5%

Fuente: Gutiérrez S., 2000

Las aplicaciones convencionales observadas en la tabla 10, muestra efectos positivos en el control del manchado del grano, no obstante tales observaciones no son comparables en condiciones de Ecuador, debido a las condiciones o factores económicos, sociales y ambientales.

Los biocontroladores surgen como una alternativa para tener los mejores rendimientos, no obstante son poco aplicados por el agricultor, además el agricultor arrocero quiere ver resultados rápidos, sin entender, que utilizando las técnicas y protocolos adecuados pueden mejorar la producción, del cantón de Babahoyo como nicho de estudio, no obstante, ocurre en todo el sector arrocero del litoral ecuatoriano que la contaminación es inminente, afectando la rentabilidad del agricultor (Martínez, 2014).

En Colombia el uso de agentes biológico para el control y manejo de enfermedades son una opción factible para reemplazar y reducir las aplicaciones de los fungicidas químicos (siempre y cuando posean características similares a los agroquímicos) (Cotes, 2012).

Ortellado (2013), menciona que los bioproductos presentan modos de acción de bajo impacto para el ambiente y la salud humana, tomando el caso semillas con bioproducto a partir de *Trichoderma* y fungicida sintético (Tabla 11), presentan diferencias significativas en el crecimiento micelial, también observando que Carboxin+Thiram son compatibles con cepas nativas de *Trichoderma*, puesto que no produce efectos negativos en esporulación, no obstante Tebucanazole presente efectos genestáticos (no producción de genes).

**Tabla 11. Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de aislados de *Trichoderma* spp. en el antibiograma con los diferentes fungicidas curasemillas, a las 48 horas de incubación. FCA-UNA, San Lorenzo, Paraguay, 2012.**

<b>FACTOR</b>	<b>NIVEL</b>	<b>ESPORULACIÓN * (%)</b>
<b><i>Trichoderma</i> spp</b>	A-62	83,42 a
	A-107	80,4 a
	A-76	77,19 ab
	A-5	68,78 b
	A-106	65,02 c
<b>Fungicidas curasemillas</b>	Carboxin+Thiram	100,6 A
	Testigo (H2O)	100,00 A
	Metiltiofanato+Thiran	86,77 B
	Carbendazim+Thiram	46,30 B
	Tebucanazole	41,86 C

(\*) Medias seguidas de las mismas letras en las columnas, no difieren entre sí por el prueba de Tukey al 5% .

Fuente: Ortellado, 2013

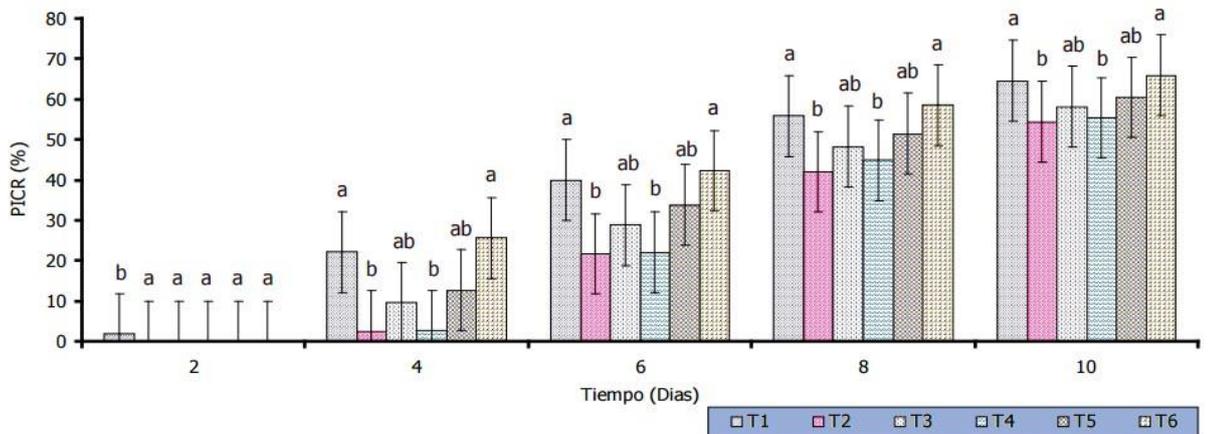
Según Cotes (2012), indica que el desafío para Ecuador, es la estabilidad de los agentes microbianos, las condiciones de almacenamiento y fácil aplicación, además desarrollar productos a base de microorganismos nativos (para aprovechar la biodiversidad del país), en Colombia ya se elaboran con gran éxito en la tabla 8 se

muestran una lista pequeña de una base de datos evaluada por los centros de investigaciones nacionales y privados de Colombia (Tabla 12).

**Tabla 12. Bioplaguicidas registrados en Colombia para el control de enfermedades.**

Producto	Biofabrica	Microorganismos	Plagas	Cultivos
SERENADE 134SC	BASFQUIMICA COLOMBIANA LTDA	<i>Bacillus subtilis</i> SC	<i>Erysiplex acceder</i> <i>Botrytic civerna</i> <i>Psaswpara uiticola</i> <i>Paldosphacrea xambrii</i> <i>Pseudoperowospora cubensis</i> , <i>Erysiphe ssp.</i> <i>Alternaria spp.</i> <i>Sderotinia sderotiuram</i> , <i>Rkisioctomia Solani</i> <i>Phytoplethora infestans</i> <i>Venturia inacquads</i> <i>Porlospacena xantle ii</i> <i>Monilinis Laxa</i> <i>Cercospora beticola</i> <i>Mycosphanella fijiensis</i>	MORA, CUCURBITACEAS, FRESA, BANANO, PAPA, REMOLACHA Y FRUTAS DE HUESO
SONATA 1.38 SC	FLORINTEGRAL S.A	<i>Bacillus piowi lus</i> RAZA QST SC 2808	<i>Pseudoperowospora cubensis</i> (mildeo)	CALABAZA, CALABACTIA, PEPINO, MELON Y SANDIA
TRICHO D WP	ORIVUS BIOTECNOLOGIA	<i>Trichoderma WP</i> <i>harzianum</i>	<i>Rkizocloimia solara</i> , <i>Sarodadium sp.</i> <i>Sderctimia sderotiorum</i> , <i>Fusorium sp.</i> <i>Pythium sp.</i> <i>Rosellimia bunoles</i>	SOYA, ARROZ, FRIJOL, MAIZ, PAPAS Y ALGODÓN
TRICHOJOL	MORA JARAMILLO ARTURO ORLANDO-BIO-CONTROL	<i>Trichodermasp. WP</i>	<i>Pytkium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Rkisioctonia</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Phydophdora</i> , <i>Phoma</i> , <i>Clamidiosporium</i> y Mildeo.	ARROZ, ALGODÓN, SOYA, PAPA, FLORES, HORTALIZAS, CAFÉ, FRUTALES,

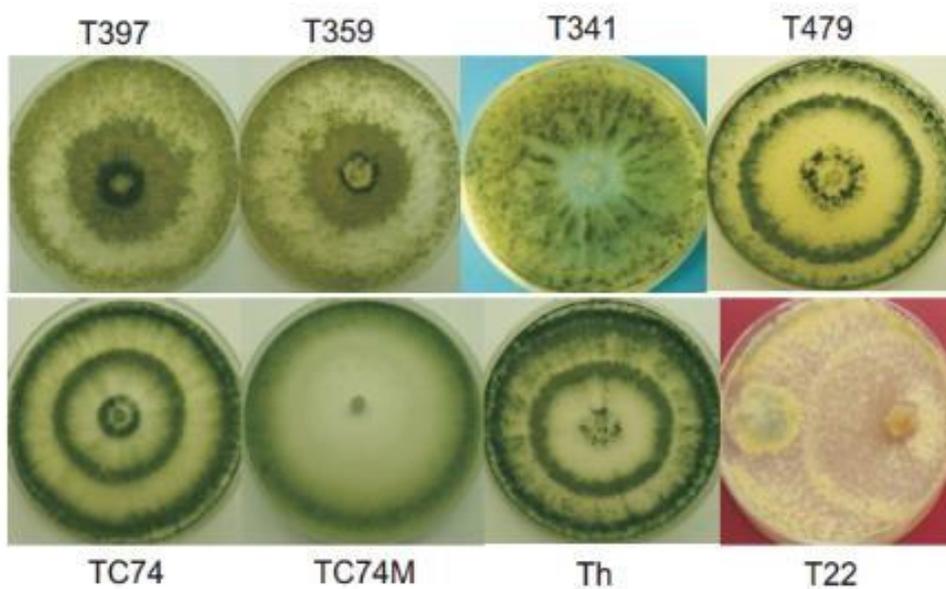
Fuente: (Cotes, 2012)



Fuente: Colombiana, 2009.

**Figura 3. Inhibición del crecimiento radial (PICR) en cultivos duales de *Fusarium oxysporum* con *Trichoderma harzianum*.**

En la figura 3 de Colombiana (2009), se observa el efecto antagónico de *Trichoderma* el cual impide el desarrollo normal e inhibiendo en más del 50% el desarrollo de este, sin diferencias significativas cabe mencionar que se debe comparar los aislamientos comerciales y nativos (autóctona del aislamiento).



**Figura 4. Cepas nativas de Colombia de *Trichoderma spp.* en cajas de Petri con PDA, Guigón, 2010.**

Guigón (2010), manifiesta que las cepas autóctonas desarrollan mejores procesos antagónicos que las introducidas, en la figura 4 se observan el desarrollo del patrón de crecimiento micelial, donde se destacan las ramificaciones, color, forma de micelio y conidias, además mediante análisis moleculares se observaron homologías genéticas entre el género *Trichoderma* en todas las cepas estudiadas, por todos los factores mencionados en el caso de estudio en la tabla 11, se define observaciones y soluciones propuestas en el área de diagnóstico de enfermedades para una detección temprana y aplicación de insumos agrícolas sean estos biológicos o sintéticos.

**Tabla 13. Observaciones y soluciones propuestas respecto a las alternativas biológicas frente al manchado del grano.**

CATEGORÍA	DIMENSIÓN	PROPUESTAS DE CONTROL DEL MANCHADO DEL GRANO			
		ECUADOR	ARGENTINA	USA	COLOMBIA
Diagnóstico	Tipo de diagnóstico	Correctivos	Correctivos y preventivos	Preventivos	Correctivos y preventivos
	Condiciones medioambientales	Tropicales	Subtropicales	Subtropicales	Tropicales
	Normas de bioseguridad y entidades de control	Falta de control en toda la cadena de comercialización (agroquímicos) y aplicaciones AGROCALIDAD, MAGAP	Control y flexibilidad en aplicaciones <b>Ministerio de Agroindustria de la Nación Argentina</b>	Control y sanciones severas por incumplimientos USDA	Normativas y estándares de aplicación MADR

Fuente: Moreno, 2014

### 3. CONCLUSIONES

- El uso de alternativas biológicas sumados a otras prácticas agrícolas inciden en la reducción del manchado del grano en el cultivo de arroz, los biocontroladores utilizan microorganismos antagonicos Trichoderma, Bacillus, Beauveria, entre otros.
- El diagnóstico preventivo es la clave para el control oportuno de la enfermedad.
- Los efectos antagonicos son evaluados en diferentes países y cultivos, infiriendo que el manejo adecuado puede ayudar a un buen rendimiento.
- El tiempo de acción de bioproductos difiere en gran medida con los agroquímicos, por lo que es necesario hacer aplicaciones preventivas.
- En Ecuador se debe crear políticas de aplicación de bioproductos y estandarización de procesos, la normativa ya se aplica en Colombia.

## **4. RECOMENDACIONES**

- Realizar un monitoreo en el campo y de esta manera hacer el diagnóstico que nos permita aplicar oportunamente los biocontroladores en el cultivo de arroz.
- Difundir la información técnica de las alternativas ecológicas como sus bondades y formas de aplicación.
- Uso de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de arroz.
- Considerar las condiciones bioclimáticas como temperatura, y luminosidad antes de la aplicación.
- Desarrollar cepas nativas para impulsar un desarrollo sustentable con alternativas biológicas.

## 5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Armijos F. (2007). Manual del cultivo de Arroz. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2 ed. Guayaquil, EC. pp. 77, 107.
2. Barbosa, O. G., & Grippo, R. (2005). Participación en la economía internacional, competitividad sistémica y aportes al desarrollo productivo local de cooperativas de Entre Ríos. Ciencia, Docencia y Tecnología, 16(31), 119-160.
3. Castaño Z, J. (1985). Efecto del manchado del grano de arroz sobre algunos estados de desarrollo de la planta de arroz. Arroz 34 (338): 22-26. 5p.
4. Cárdenas Travieso, Regla M.; Valdés Cristo, Elizabeth; Pérez León, Noraida; González Vázquez, Madelín; Cruz Triana, Ariel. (2004). Comportamiento del manchado del grano en variedades de arroz (*Oryza sativa* lin.) de ciclo medio. Fitosanidad, vol. 8, núm. 4, diciembre, 2004, pp. 39-44. Habana – Cuba.
5. Cervantes, M. (2014). Microorganismos del suelo beneficiosos para los cultivos. Escuela Familiar Agraria Campomar. Divulgativo Técnico. In línea. Disponible en [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). Consultado 12-01-2015.
6. Colombiana, M. Z. B. (2009). Antagonismo In Vitro De *Trichoderma harzianum* Rifai SOBRE *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp *passiflorae* en maracuyá (*Passiflora edulis* Sims var. *Flavicarpa*) Del. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín, 62(1), 4743-4748.
7. Corpoica. Activadores de procesos fisiológicos del vegetal, Consultado. (2009). Disponible en: <http://www.seipasa.com/productos/linea-verde/activadores-de-procesos-fisiologicos-del-vegetal/>.
8. Cotes, A. M. (2012). Control biológico de enfermedades de plantas en Colombia. Control Biológico de Enfermedades de Plantas en América Latina y el Caribe, 169.
9. Cuevas, A. (2001). Manejo integrado de plagas en arroz. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-ICA. Colombia. 52p.
10. Duran, J. (2004). Guía de ingredientes activos de bioplaguicidas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE Proyecto Fomento de Productos Fitosanitarios No Sintéticos CATIE/GTZ Turrialba, Costa Rica. 92p.

11. Del Pozo, E. (2014). El problema de la plagas. Curso de Manejo Agroecológico de plagas. Maestría de agroecología y agricultura sostenible, Universidad Agraria del Ecuador. Notas de Curso. 42p.
12. Espinel R. y Goya B. (2009). Diagnóstico técnico y transferencia de tecnología en el manejo del cultivo de arroz para la zona de Balzar. ESPOL. Guayaquil –Ecuador.
13. Estrada, Giselle y Sandoval, Ileana. (2004). Patogenicidad de especies de *Curvularia* en arroz. FITOSANIDAD vol. 8, no. 4, diciembre.
14. Ezziyyani, M., S.C. Pérez, M.E. Requena, L. Rubio y M.E. Candela. (2004). Biocontrol por *Streptomyces rochei* Ziyani, de la podredumbre del pimiento (*Capsicum annuum* L.) causada por *Phytophthora capsici*. Anales de Biología 26: 69-78.
15. FAOSTAT. (2013). Estadística en la Producción de arroz (en línea). Consultado el 7 enero del 2013. Disponible en [www.fao.org/docrep](http://www.fao.org/docrep).
16. Fernández, L., Vega, O., López, J. (2005). Control Biológico de enfermedades de las plantas. Capítulo 10. In Control Biológico de Plagas Agrícolas. INISAV, Cuba. 24p.
17. Fernández, L., Vega, O. (2001). Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. CATIE-Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 62: p.96-100.
18. García, M. (2015). Plagas y enfermedades del arroz. Instituto Nacional de Investigación Sanidad Vegetal Cuba. Manual Técnico. 66p.
19. Guigón-López, C., Guerrero-Prieto, V., Vargas-Albores, F., CarvajalMillán, E., Ávila-Quezada, G. D., Bravo-Luna, L. & Lorito, M. (2010). Identificación molecular de cepas nativas de *Trichoderma* spp. su tasa de crecimiento in vitro y antagonismo contra hongos fitopatógenos. Revista mexicana de fitopatología, 28(2), 87-96.
20. González, Castro R., Morejón, R., Cárdenas M. (2004), Regla M. Relación del vaneado del grano en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con las variables climáticas temperatura y humedad relativa. Cultivos Tropicales, vol. 25, núm. 3, pp. 15-17.
21. Gutiérrez, S., Mazzanti, C., Mazza, A., Cúndom, M. (2015). Resultados Preliminares sobre el control de Manchado de Grano de Arroz. En línea.

Corrientes. AR. Consultado 20/10/15, Disponible en:

[http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/5\\_agrarias/a\\_pdf/a\\_04](http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_04)

- 1.pdf. 2000.
22. INFOAGRO. (2014). Estadística en la Producción de arroz (en línea). Consultado el 7 julio del 2014. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>.
  23. INIAP. (2010). Impacto del sistema de labranza y dosis de nitrógeno en el rendimiento y calidad nutricional de forraje de avena. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.5 Núm. 6 14 de agosto - 27 de septiembre, p. 951964.
  24. IPNI (Instituto Internacional de nutrición de plantas). (2011). Manual de fertilización para el cultivo del arroz en Latinoamérica. IPNI, México, 3 ed. p 15-98.
  25. INA (Instituto Nacional de Aprendizaje). (2006). El manejo de riego en el cultivo de arroz. Manual Técnico. Costa Rica. 18p.
  26. Jones, K., Kim, D. W., Park, J. S., & Khang, C. H. (2016). Live-cell fluorescence imaging to investigate the dynamics of plant cell death during infection by the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. *BMC Plant Biology*, 16, 69. <http://doi.org/10.1186/s12870-016-0756-x>.
  27. Lyman, N. B., Jagadish, K. S. V., Nalley, L. L., Dixon, B. L., & Siebenmorgen, T. (2013). Neglecting Rice Milling Yield and Quality Underestimates Economic Losses from High-Temperature Stress. *PLoS ONE*, 8(8), e72157. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0072157>.
  28. Martínez Villacis, I. C. (2014). Efectos económicos y laborales del uso de agroquímicos en la producción de arroz en el cantón Daule. Periodo 2011 (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas).
  29. Malavolta, V.M.A, Bedendo, I.P. (1999). Daños debidos a manchas de granos de arroz causadas por hongos. *Summa Phytopathologica* 25 (4) 324330.
  30. Merchán, M., Valverde, F., Novoa, V. Pumisacho. (2009). M. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de suelos en el cultivo de arroz. Quevedo. Aprocico-UTEQ. 216 p.
  31. Mew, T.W., Gonzales, P. (2002). Eds. A handbook of rice seedborne fungi. Los Baños, Laguna, International Rice Research Institute. 83p.
  32. Morales, F. L., Ferreira, J. A., Carrillo, M. D., & Peña, M. M. (2015). Pequeños productores de cacao Nacional de la provincia de Los Ríos, Ecuador: un análisis socio-educacional y económico. *Spanish Journal of Rural Development*, 6.

33. Moreno A. (2014). Rendimientos del arroz en el Ecuador primer cuatrimestre del 2014. MAGAP. Guayaquil- Ecuador.
34. Muller-Dambois, D.; Ellemberg, H. (2004). *Aims and Methods of vegetation ecology*. Wiley and Sons, New York. 547 p.
35. Neninger L., Hidalgo E., Barrios M. y Pueyo. M. (2003). Hongos presentes en semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba. FITOSANIDAD vol. 7, no. 3.
36. Núñez L. y Pavone D. (2010). Tratamiento biológico del cultivo de arroz en condiciones de vivero empleando el hongo *Trichoderma* spp. Universidad de la Habana. Cuba. 33p.
37. OU, SH. Rice Diseases. (1985). Commonwealth Mycological Institute. Kew, UK, 368 p.
38. Ortellado, B. M. F., & Fuente, A. L. O. (2013). Compatibilidad in vitro de aislados nativos de *Trichoderma* spp. con fungicidas para el tratamiento de semillas. *Investigación Agraria*, 15(1), 15-22.
39. Peletizados, E. D. A., & De Algod, E. S. (2006). Efecto de agroquímicos peletizados en semillas de algodón sobre el biofertilizante Monibac® con base en (*Azotobacter Chroococcum*) Effect Of Agrochemicals In Cotton.
40. Pérez, N y Vásquez, L. (2008). Manejo ecológico de plagas. Centro de Estudios de Agricultura Sostenible (CEAS), Universidad Agraria de La Habana (UNAH). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Informe Técnico. 33p.
41. Pineda Reyes, L. E. (2000). Evaluación de hongos entomopatógenos sobre plagas claves en el cultivo del arroz (Julio a octubre del 2000) (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
42. Pinciroli, M. Sisterna, R. Bezus, A. (2004). Vidal. Manchado del grano de arroz: efecto de la fertilización nitrogenada. *Revista Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*. Universidad de la Plata. Vol. 105, núm. 2 .
43. Rariz Mollo, G., Ferrando, L., & Fernandez Scavino, A. (2013, April). Aislamiento de bacterias endófitas fijadoras de nitrógeno en plantas de arroz cultivadas en diferentes suelos. In VII Congreso de Medio Ambiente.
44. Regla M. Cárdenas T., Valdés E., Pérez L., González M., Vázquez, González R. y Cruz A. (2004). Comportamiento del manchado del grano en variedades de arroz (*Oryza sativa* lin.) de ciclo medio. FITOSANIDAD vol. 8, no. 4.

45. Ridelmis R., García de la Osa J., Meneses Dartayet P., Pérez R., Sanzo R., Saborit R., Valle J., Delgado M. (2008). Comportamiento del rendimiento agrícola y el manchado del grano en diferentes tecnologías de siembra del arroz popular, Estación Experimental del Arroz “Sur del Jíbaro”.
46. Ribot C1, Hirsch J, Balzergue S, Tharreau D, Nottéghem JL, Lebrun MH, Morel JB. (2008). Susceptibility of rice to the blast fungus, *Magnaporthe grisea*. *J. Plant Physiol.* Jan; 165(1):114-24. Epub 2007 Oct 1.
47. Sandoval, I., López, M.O., Estrada, G., Bonilla, T., Wong, W. (2002). Hongos asociados al manchado del grano del arroz en variedades afectadas por la enfermedad pudrición de la vaina. *AGRIS: International Information System for the Agricultural Science and Technology*.
48. Saavedra Paredes, M. (2009). Evaluación de la incorporación de microorganismos benéficos sobre la broza del cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L.) variedad INIA-507 realizado en la Estación Experimental El Porvenir-INIA-Juan Guerra.
49. Suarez, E. (2006). Origen, diversidad y distribución del género *Oryza*. In Curso de capacitación en mejoramiento genético de arroz. Instituto de Investigaciones del arroz, Cuba. 5p.
50. Vivas, L., Intriago, D. (2012). Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades del cultivo de arroz. E.E. Litoral Sur, INIAP, EC. Boletín Divulgativo NO. 426. p.11.
51. Welch, J. R., Vincent, J. R., Auffhammer, M., Moya, P. F., Dobermann, A., & Dawe, D. (2010). Rice yields in tropical/subtropical Asia exhibit large but opposing sensitivities to minimum and maximum temperatures. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(33), 14562–14567.  
<http://doi.org/10.1073/pnas.1001222107>.

# **ANEXOS**

## 6. ANEXO

**ANEXO 1:** Fases iniciales del cultivo de arroz.



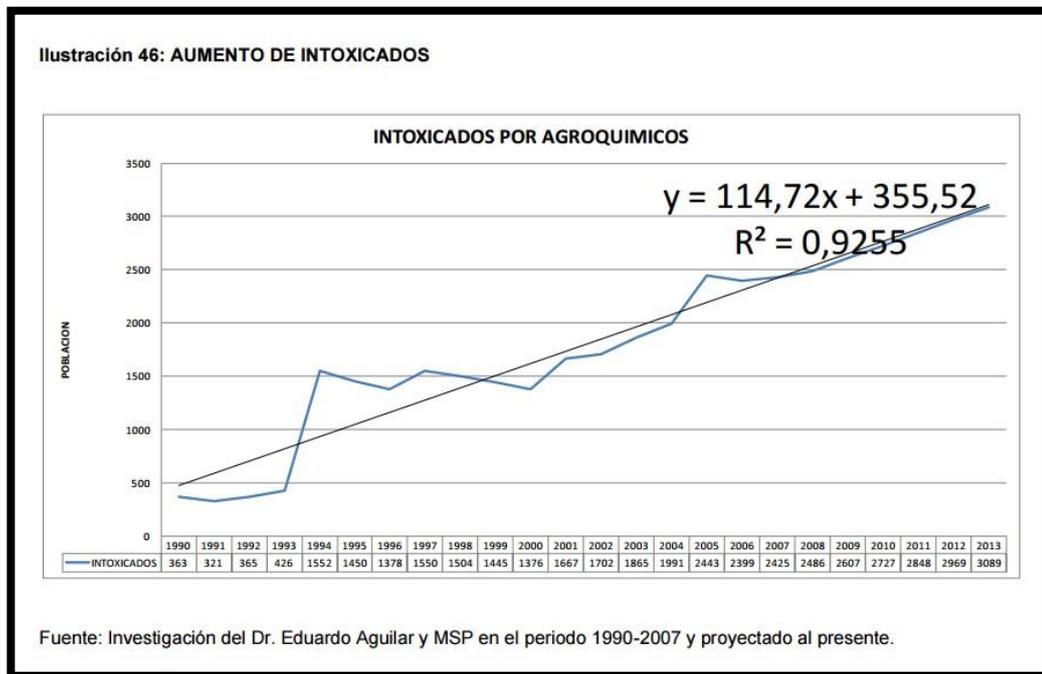
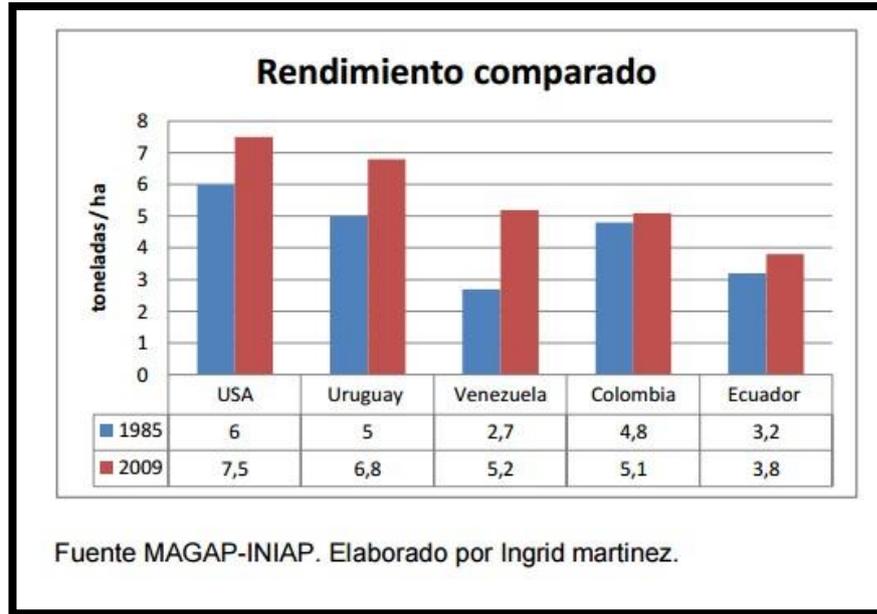
**ANEXO 2:** Monitoreo continuo de condiciones bióticas y abióticas del cultivo de arroz.



**ANEXO 3:** Cultivo en maduración cercano a la cosecha.



**ANEXO 4: Rendimiento comparado en la producción internacional intoxicación por agroquímicos**



**ANEXO 5: Microorganismos y severidad que producen “el manchado del grano”**

<b>Microorganismo</b>	<b>Departamento Meta(Colombia)</b>	<b>Isla de del (Indonesia). Sumatra</b>
<i>Helminthosporium oryzae</i>	57	27
<i>Trichoconis padwickii</i>	1	21
<i>Phomas sp</i>	0	20
<i>Nigrospora sp.</i>	1	10
<i>Curvalaria sp.</i>	1	9
<i>Torula sp.</i>	0	3
<i>Mycovellosiela oryzae</i>	0	2
<i>Rhynchosponium oryzae</i>	3	1
<i>Phyllosticta sp.</i>	5	1
<i>Helicoceras oryzae</i>	1	1
<i>Cercospora janseana</i>	0	1
<i>Cercospora Oryzae</i>	0	1
<i>Chaetomium sp.</i>	0	1
<i>Fusarium sp.</i>	1	1
<i>Phomopsis sp.</i>	0	1
<i>Penicillium sp.</i>	1	1
<i>Gonatobotrys sp.</i>	0	1
<i>Macrophoma sp.</i>	0	1
<i>Menniella sp.</i>	0	1
<i>Diplodia oryzae</i>	0	1
<i>Pyricularia Oryzae</i>	1	0
<i>Cladosporium sp.</i>	1	0
<i>Oidium sp.</i>	1	0
<i>Aspergillus sp.</i>	1	0

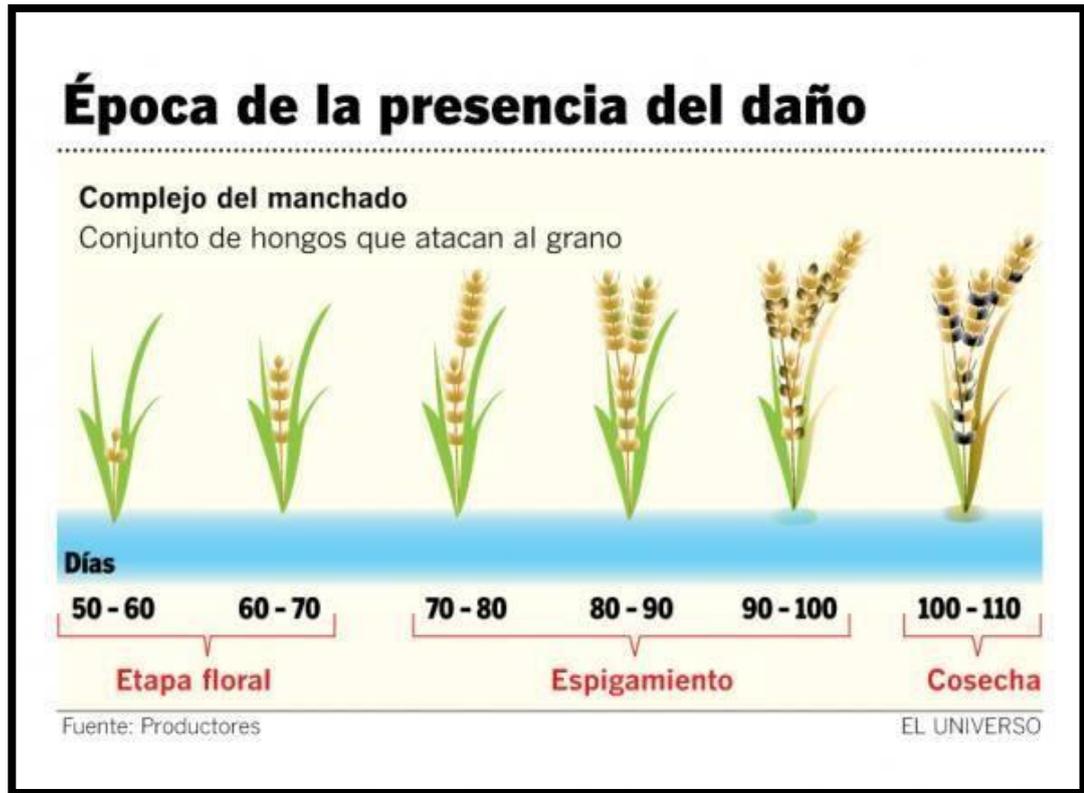
Datos obtenidos de 400 semillas.

<b>Microorganismo</b>	<b>Kg de Potasio<sup>a</sup>/ ha</b>	
	<b>0</b>	<b>250</b>
	<b><u>Severidad de la enfermedad</u></b>	
	<b>49</b>	<b>3</b>

<i>Helminthosporium oryzae</i>	40°	17
<i>Trichoconis padwickil</i>	3	26
<i>Curvularia sp.</i>	3	22
<i>Fusarium sp.</i>	13	4
<i>Torula sp.</i>	2	8
<i>Nigrosporas sp.</i>	1	9
<i>Cercosporas oryzae</i>	0	5
<i>Mycovellosiella oryzae</i>	0	3
<i>Phomopsis sp.</i>	1	1
<i>Phyllosticta sp.</i>	2	0
<i>Diplodie oryzae</i>	0	2
<i>Sarocladium oryzae</i>	1	0
<i>Cercospora janseana</i>	0	1
Fuente de Potasio: KCl.		
Datos obtenidos de 400 semillas.		

**Fuente: (Castaño, 1998)**

ANEXO 6: El manchado de grano en arroz en Ecuador.



ANEXO 7: Cepa pura de Trichoderma (biocontrolador).



**ANEXO 8:** Encuesta realizada a agricultores de menos de 10 hectáreas.

## **ENCUESTA DE SITUACIÓN ACTUAL**

**ZONA:** .....

**AGRICULTOR:** .....

**NIVEL DE EDUCACIÓN:**.....

**1.- ¿CÓMO CONTROLA LAS PLAGAS (INSECTOS)? (seleccione una opción)**

**CON APLICACIÓN:**

**QUÍMICA**

**BIOLOGÍCA**

**NO APLICO**  **NADA**

**2.- ¿REALIZA MUESTREOS Y DIAGNÓSTICOS DE ENFERMEDADES?**

**SI**

**NO**

**3.- ¿CÓMO CONTROLA LA ENFERMEDAD DEL MANCHADO DEL GRANO? (seleccione una opción)**

**CON APLICACIÓN:**

**QUÍMICA**

**BIOLOGÍCA**

**NO APLICO**  **NADA**

**4.- ¿LLEVA REGISTROS DE LOS PRODUCTOS QUE APLICA EN CADA CICLO? (seleccione una opción)**

**SI**

**NO**