

## Alternativas biológicas para el manejo del complejo de manchado de grano en el cultivo de arroz en Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador

Biological alternative to the management of the spot grain complex in rice crops in Babahoyo, province of Los Ríos, Ecuador.

Aura Jacqueline Solís Aguilar<sup>1\*</sup> & Mónica Concepción Armas Soto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Finca Julieta, proyecto de riego Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador.

<sup>2</sup> Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador.

Recibido 4 de mayo 2017; recibido en forma revisada 26 de mayo 2017, aceptado 4 de junio 2017  
Disponibile en línea 26 de junio 2017

### Resumen

Se estudiaron las alternativas para el control del complejo denominado como manchado de grano en el cultivo de arroz y su efecto sobre el rendimiento de grano y se encontró la incidencia de los hongos que atacan al mismo. Se observó que en condiciones de campo produce una gran variedad de daños con diferentes formas de manifestación y se afianzó en informaciones colectadas en la aplicación de alternativas para el control y manejo de estos patógenos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de alternativas ecológicas para el manejo del manchado, para identificar el efecto antagonístico de biocontroladores en el contexto internacional y comparar la efectividad de productos químicos frente a las alternativas biológicas (bioproductos). El control con agroquímicos es el más utilizado, hasta la aplicación de alternativas de tipo biológicas, que inciden sobre la capacidad 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 antagonísticos 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 spot grain 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.

The objective of this work was to evaluate the use of ecological alternatives for spot management to identify the antagonistic effect of biocontrollers in the international context and to compare the effectiveness of chemical products against biological alternatives (bioproducts).

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, fungicidas

\* Correspondencia del autor:  
E-mail: monica.armass@ug.edu.ec



## Introducción

El Arroz (*Oryza sativa* L.), es la gramínea con mayor área de siembra a nivel mundial, se encuentra plantada en una superficie estimada en 165.1 millones de hectáreas (FAOSTAT, 2012). En Ecuador, se estima una producción de 1'565535 Tm 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 los rendimientos de este cultivo han disminuido por diversos factores tales como: semilla de dudosa procedencia, variedades susceptibles a plagas y deficiente manejo agronómico (nutrición y manejo de plagas), además de otros factores relacionados con las variaciones en las condiciones climáticas registradas en los últimos años, debido al calentamiento global (Lyman et al., 2013). 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 de arroz 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 del 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-Mollo, 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, según experiencias en Costa Rica (INA, 2006).

Los programas adecuados en aplicación de biofungicidas, es una tecnología que se encuentra en la naturaleza y uso actual biofábricas con escalados 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, 2001).

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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 30 kg/ha de K<sub>2</sub>O. Para el arroz de zonas bajas y de altos rendimientos, de la variedad mejorada se colocan: 125 kg/ha de N, 30 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 kg/ha de K<sub>2</sub>O. 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.

También se relaciona la frecuencia de estos organismos en las muestras (Neninger et al., 2003). Se realizó una investigación relevante en las estaciones experimentales a nivel internacional, en donde se ha determinado la importancia de la interacción planta-patógeno y de otras interacciones como genotipo-ambiente, realizadas con el propósito de evaluar el 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 vaneó y el peso de 1000 granos en dos épocas, la menos lluviosa durante los años 2002/2003, y la lluviosa en el 2002.

El diseño de experimentos empleado por Sandoval (2002), 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 interactúan la relación con el porcentaje de vaneó y el peso de los granos (Regla et al., 2004). El arroz (*Oryza sativa*) 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 (Sandoval, 2002).

Numerosas especies del género *Curvularia* han sido reportadas por provocar daños en el arroz, produciendo particularmente el 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. pallenscens*, *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).

### Metodología

Se realizó la revisión bibliográfica de investigaciones en arroz y la incidencia de manchado de grano y biocontrol y comparaciones en el contexto internacional sobre el uso de agroquímicos y alternativas biológicas.

La investigación de campo se realizó durante en el mes de diciembre 2015 a enero 2016. Se utilizaron 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, los mismos miden 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.

### Observaciones y mediciones directas

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

### 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 contrastadas con bioproductos (Anexo 4).

### 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.

### 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 otros.

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

Tabla 1. Matriz CDIU.

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

Fuente: Autor, 2016

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 de los géneros *Trichoderma* y *Bacillus*, sobre la incidencia de este complejo evaluando el antagonismo en escala (Fernández-Larrea, 2001). (Tabla 1).

#### 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); estos son 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.

#### 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).

#### 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 uso 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, Tabla 2).

#### 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.

Tabla 2. Escala de capacidad antagónica.

GRADO	CAPACIDAD ANTAGÓNICA
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 y esporulación sobre ella.

Fuente: Ezziyyani et al., 2004.

Las alternativas biológicas para controlar el 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, en donde se observó la situación del productor arrocero de menos de 10 hectáreas, utilizando una estadística descriptiva para la valoración cualitativa de las variables categóricas.

La mayoría de agricultores encuestados mencionaron que aplican agroquímicos en un 95% (Fig. 1), éstas 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, 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.

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 relacionó al manchado con la aplicación de insecticida, puesto que los insectos dispersan las enfermedades (son vectores de bacterias, virus y hongos).

Además, sólo un 15% utilizan alternativas biológicas tales como bioproductos a partir de *Trichoderma* y otros agricultores indican que producen regidos a la siguiente frase "A LO QUE DIOS DE", debido a su 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, pero 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.

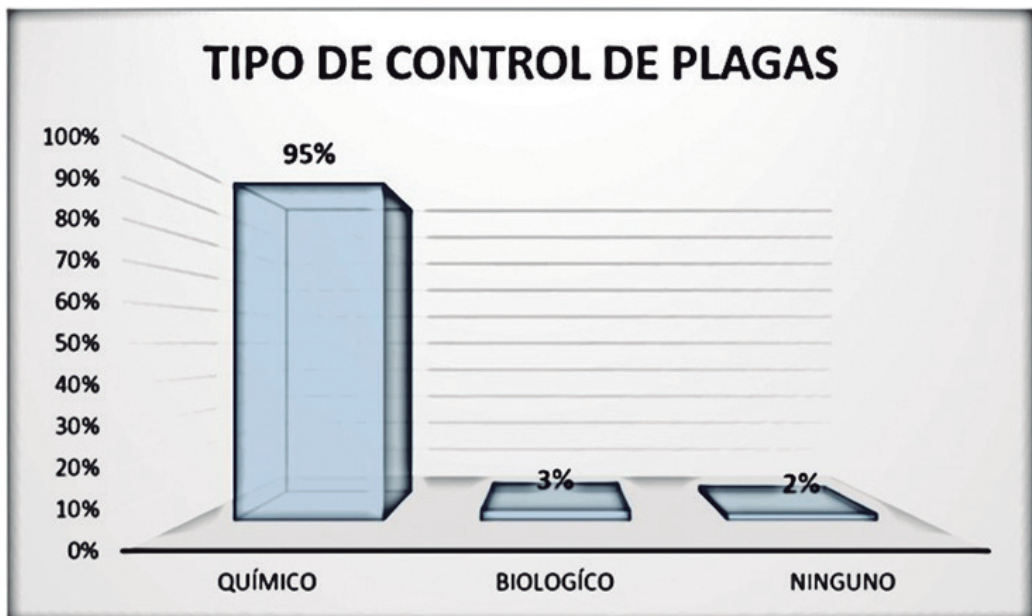


Figura 1. El control de plagas del productor de Babahoyo.

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 permitió 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 efectos producidos por los agroquímicos orgánicos y sintéticos difieren en gran medida debido al modo de acción sobre el patógeno presente en el cultivo de arroz. En el caso del manchado por ser un complejo de patógenos disminuiría la producción neta. Aunque, los costos de los agroquímicos varían cada semana, sin embargo el costo del jornal de aplicación es similar entre los orgánicos y sintéticos (Tabla 3).

### 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 a ambientales y a la salud humana, sin embargo, se podría mejorar el entorno productivo transmitiendo la información adecuada sobre aplicaciones y alternativa sustentables (Tabla 4).

La aplicación de bioproductos proporcionan una 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 y concientizado al agricultor en esta zona periférica del cantón Babahoyo.

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

Según el Instituto de Sanidad Vegetal de Cuba, en el año 2004 se estudiaron diversas variedades de arroz, los resultados reflejan una 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 3. Observaciones y criterios económicos en manchado del grano.

Categoría	Dimensión	Observaciones en Ecuador	Control	del Manchado del	Grano
			Argentina	USA	Colombia
	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 alternativas biológicas nativas
Criterios económicos	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	y Producción de cepas autóctonas, conflictos de mercado de insumos

Fuente: Moreno, 2014.



Tabla 4. Impactos de aplicaciones en manchado del grano sobre el factor social.

Categoría	Dimensión	Ecuador	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 y Grippo, 2005.

La influencia de los factores ambientales en las provincias arroceras de Ecuador (Guayas, Los Ríos y Manabí) inciden en el rendimiento y productividad de esta gramínea, variando conforme a la composición de la unidad de producción agrícola; no obstante la provincia del Guayas presta condiciones ideales 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.

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 de 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 (Fig. 2).

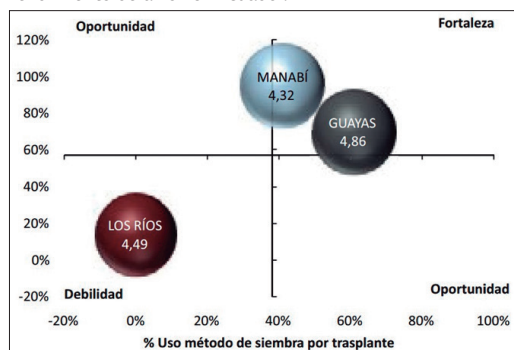
El manejo de plagas, control de enfermedades, siembra tecnificada y el uso de fertilizantes, en la provincia de Los Ríos tiene que ser fortalecida mediante capacitación al agricultor con la transferencia de información y aplicaciones adecuadas de insumos agrícolas, para disminuir los impactos ambientales 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).

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.

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



Fuente: Moreno, 2014.

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 *	6,37	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-DAPI) Moreno, 2014.

\* Volumen fertilizante aplicado promedio qq/ha

Tabla 7. Parámetros evaluados en las tecnologías estudiadas.

No	TECNOLOGÍAS	PLANTAS POR M <sup>2</sup>	N° DE HIJOS	PANÍCULAS POR M <sup>2</sup>	PANÍCULAS AFECTADAS POR GRISES	MANCHADO DEL GRANO (%)
1	Trasplante 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: Rodríguez et al., 2008.

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).

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



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

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

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

Donde:

M: Número de semillas manchadas

S: Número de semillas sanas

V: Número de semillas vanas

L: Número de semillas llenas

En Cuba también se han realizado estudios de afectación económica, donde Rodríguez et al., (2008), indica 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, 2015).

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

Grado	Incidencia	Susceptibilidad
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.

**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	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	0.54 a	66.4 a	41.1 a	0.62 a
Taim	2346.a	558.9 a	1217.9 b	0.57 a	60.8 a	29.7 a	0.68 a

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

Fuente: Gutiérrez, 2000.

Las aplicaciones convencionales (tabla 10), muestran los efectos positivos en el control del manchado del grano, no obstante tales observaciones no son comparables en las condiciones de Ecuador, debido a las diferentes 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 debido a que el agricultor arrocero quiere ver resultados rápidos, sin entender que utilizando las técnicas y protocolos adecuados pueden mejorar la producción, evitando la contaminación inminente (Martínez, 2014).

En Colombia el uso de agentes biológicos 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 presenta efectos genestáticos (no producción de genes).

Según Cotes (2012), el desafío para Ecuador es la estabilidad de los agentes microbianos, las condiciones de almacenamiento y la fácil aplicación, además de 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).

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

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	188.3 a	761.3	1623.8 a	0.44 b	59.1 a	39.3 a	0.56 b
Amistar	2311.3 a	799.1 a	1325.3 a	0.53 a	60.4	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	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, 2000. .

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

FACTOR	NIVEL	ESPORULACIÓN * (%)
<i>Trichoderma</i> spp.	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
Fungicidas cura semillas	Carboxin+Thiram	100,6 A
	Testigo (H2O)	100,00 A
	Metiltiofanato +Thiram	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.

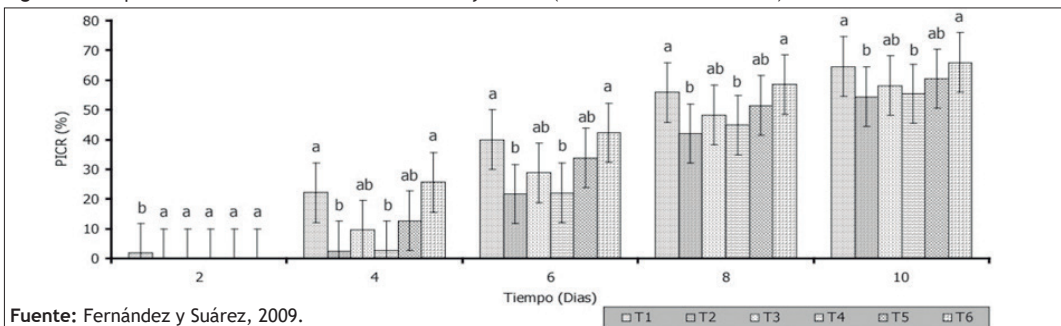
Carboxin+Thiram son compatibles con cepas nativas de *Trichoderma*, puesto que no produce efectos negativos en esporulación, no obstante Tebucanazole presenta efectos genestáticos (no producción de genes).

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

En la figura 3, el efecto antagónico de *Trichoderma*, el cual impide el desarrollo normal e inhibe en más del 50% el desarrollo de éste, sin diferencias significativas; cabe mencionar que se debe comparar ambos aislamientos.

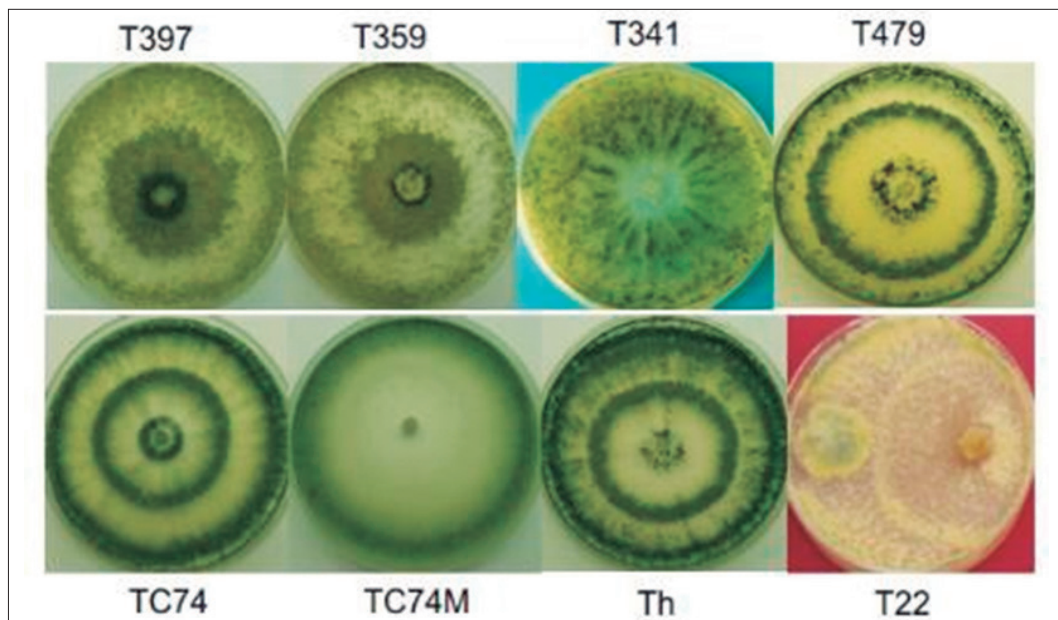
Guigón (2010), manifiesta que las cepas autóctonas desarrollan mejores procesos antagónicos que las introducidas, en la figura 4 se observa el desarrollo del patrón de crecimiento micelial, donde se destacan las ramificaciones, color, forma de micelio y conidias, además mediante análisis moleculares se observaron homologías genéticas entre el género *Trichoderma* en todas las cepas estudiadas,

Figura 3. Comparación de los aislamientos comerciales y nativos (autóctona del aislamiento).



Fuente: Fernández y Suárez, 2009.

Figura 4. Cepas nativas de Colombia de Trichoderma spp. en cajas petri con PDA.



Fuente: Guigón, 2010.

por todos los factores mencionados en el caso de estudio en la tabla 11, se definen 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.

### 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 antagonistas

como Trichoderma, Bacillus, Beauveria, entre otros. El diagnóstico preventivo es la clave para el control oportuno de la enfermedad.

Los efectos antagonistas 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.

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

Propuestas de Control del Manchado del Grano					
Categoría	Dimensión	Ecuador	Argentina	Usa	Colombia
Diagnóstico	Tipo de diagnóstico	Correctivos	Correctivos y preventivos	Preventivos	Correctivos y preventivos
	Condiciones medio ambientales	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 Ministerio de Agroindustriales de la Nación Argentina	Control y sanciones severas por incumplimientos USDA	Normativas y estándares de aplicación MADR

Fuente: Moreno, 2014.

## 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.

## Referencias

Barbosa, O.G. y 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.

Cárdenas, R. M., E. Cristo, N. Pérez, M. González, D. Rivero y Cruz, A. 2004. Comportamiento del manchado del grano en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) de ciclo medio. Fitosanidad, 8(4): 39-44.

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.

Cuevas, A. 2001. Manejo integrado de plagas en arroz. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-ICA. Colombia. 52 p.

Durán, 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. 92 p.

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.

Estrada, G. y Sandoval, I. 2004. Patogenicidad de especies de *Curvularia* en arroz. Fitosanidad, 8(4):23-26

Ezziyyani, M., S.C. Pérez, M.E. Requena, L. Rubio y Candela, M.E. 2004. Biocontrol por *Streptomyces rochei* Ziyani, de la podredumbre del pimiento (*Capsicum annuum* L.) causada por *Phytophthora capsici*. Anales de Biología 26: 69-78.

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).

Fernández, R.J. y Suárez, C. 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. Nac. Agr. Medellín, 62(1): 4743-4748.

Fernández, L., O. Vega y López, J. 2005. Control Biológico de enfermedades de las plantas. Capítulo 10. En: Control Biológico de Plagas Agrícolas. INISAV, Cuba. 24 p.

Fernández-Larrea, O. 2001. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. CATIE-Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 62: 96-100.

García, M. 2015. Plagas y enfermedades del arroz. Instituto Nacional de Investigación Sanidad Vegetal Cuba. Manual Técnico. 66 p.

Guión-López, C., Guerrero-Prieto, V., Vargas-Albores, F., Carvajal-Millán, E., Ávila-Quezada, G. D., Bravo-Luna,

L., Ruocco, M., Lanzuise, S., Woo, S. y 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.

Gutiérrez, S., Mazzanti, C., Mazza, A. y 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\\_041.pdf](http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_041.pdf). 2000.

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>.

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.

Jones, K., Kim, D.W., Park, J.S. y 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(1): 69.

Lyman, N.B., Jagadish, K.S., Nalley, L.L., Dixon, B.L. y 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>.

Martínez, I.C. 2014. Efectos económicos y laborales del uso de agroquímicos en la producción de arroz en el cantón Daule. Periodo 2011. Disertación Doctoral, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Guayaquil.

Morales, F.L., Ferreira, J.A., Carrillo, M.D. y 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(1-2): 29-44.

Moreno A. 2014. Rendimientos del arroz en el Ecuador primer cuatrimestre del 2014. MAGAP. Guayaquil- Ecuador.

Neninger, L., Hidalgo, E., Barrios, L. y Pueyo, M. 2003. Hongos presentes en semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) en Cuba. Fitosanidad, 7(3): 7-11.

Ortellido, B.M.F. y 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.

Rariz-Mollo, G., Ferrando, L. y Fernández-Scavino, A. 2013. Aislamiento de bacterias endófitas fijadoras de nitrógeno en plantas de arroz cultivadas en diferentes suelos. En: VII Congreso de Medio Ambiente, disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26387/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26387/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rivera, D., Obando, M., Garrido, M. y Bonilla, R. 2011. Efecto de agroquímicos peletizados en semillas de algodón sobre el biofertilizante Monibac® con base en *Azotobacter chroococcum*. Rev. Bio. Agro. 9(2): 130-138.

Rodríguez-Hernández, R., García de la Osa J., Meneses-Dartayet, P., Pérez, R., Sanzo, R., Saborit R., Valle, J. y 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", p. 83-89. Disponible en: [http://www.actaf.co.cu/revistas/revista-grano/Revista%20en%20PDF%20\(Vol%2011%20No%201\)/trabajo11.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista-grano/Revista%20en%20PDF%20(Vol%2011%20No%201)/trabajo11.pdf)

Sandoval, I., López, M.O., Estrada, G., Bonilla, T. y 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.