

## MANEJO DE LA PUDRICIÓN DE TALLOS Y VAINAS DEL ARROZ

MIGUEL GARRIDO RONDOY

Cursó estudios universitarios en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, obtuvo el título de ingeniero Agrónomo en 1985.

Estudió maestría en la Universidad Nacional Agraria La Molina, en la especialidad de Fitopatología.

Inició la carrera docente en 1986 en la Universidad Nacional de Tumbes, en el área de Sanidad Vegetal. Desde 1996 se ha dedicado al estudio de las enfermedades fungosas que afectan las vainas y los tallos del arroz cultivado en diversas zonas arroceras del país.

En 2006, con el apoyo de SERFI S.A., publicó el boletín de divulgación titulado “Etiología de las pudriciones de tallos y vainas del arroz”.

Además, ha efectuado prospecciones y diagnósticos de enfermedades de arroz en diferentes zonas arroceras de Nicaragua, Panamá y Ecuador.



## MANEJO DE LA PUDRICIÓN DE TALLOS Y VAINAS DEL ARROZ

MIGUEL GARRIDO RONDOY

Tumbes, 2009



## **CONTENIDO**

1. Introducción .....	6
2. Dinámica de la enfermedad .....	6
3. Pérdidas de cosecha causadas por la Pudrición de Tallos y Vainas del Arroz (PTVA) .....	9
4. Control cultural .....	12
5. Control biológico .....	15
6. El abonamiento y el control de la PTVA .....	21
7. Control químico .....	23
8. Respuesta de seis variedades comerciales de arroz al ataque de <i>Rhizoctonia</i> y <i>Nakataeae</i> .....	29
9. Referencias bibliográficas .....	31

# MANEJO DE LA PUDRICIÓN DE TALLOS Y VAINAS DEL ARROZ

MIGUEL GARRIDO RONDOY

## 1. INTRODUCCIÓN

Las Pudriciones de Tallos y Vainas del Arroz (PTVA) se encuentran presentes en diferentes áreas arroceras de Perú y de Ecuador, siendo causada por varios hongos patógenos habitantes comunes del suelo, como *Nakataea sigmoidea*, *Rhizoctonia solani*, *R. oryzae-sativae*, *R. oryzae* y *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*; la presencia de estos organismos en el Perú, se han incrementado como consecuencia de las siembras sucesivas en monocultivo realizadas en los valles arroceros de la costa y la selva.

Este libro de divulgación es el resultado de diferentes investigaciones realizadas en las regiones de Tumbes y Piura, y se publica con la finalidad de poner en manos de los profesionales del agro, técnicos y agricultores, una herramienta de consulta que ayude a comprender que el problema se puede manejar haciendo un uso racional de las diferentes alternativas de manejo, con el fin de disminuir el daño de las enfermedades en el cultivo, mejorar los niveles de producción, y reducir el impacto de las alternativas de control en el medio ambiente.

Espero que su lectura contribuya a generar un cambio en los agricultores, en los técnicos y profesionales, en el enfoque de manejo de esta enfermedad en el cultivo de arroz.

## 2. DINÁMICA DE LAS ENFERMEDADES

### 2.1 La influencia del clima

Se conoce que los hongos patógenos comprometidos con el desarrollo de la PTVA, requieren de condiciones medio ambientales que favorezcan su desarrollo. *Nakataea* y *Geumannomyces* requieren temperaturas que varíen entre 15 y 35 °C. *R. solani* es favorecido con temperaturas del suelo entre 25 y 30 °C, y los síntomas de la enfermedad aparecen en un mes; entre 20 y 25 °C, los síntomas se manifiestan en tres a cuatro meses y la enfermedad no se presenta por debajo de 20 °C (Cedeño, 1996; Pantoja, 1996). Estas condiciones permiten que estos patógenos se encuentren en diferentes países como Colombia, Argentina, Brasil, Venezuela, Estados Unidos, Japón, Pakistán, Panamá (Ou, 1984; Pantoja, 1996), Nicaragua y Ecuador.

Las condiciones del clima, durante y después de los procesos del fenómeno “El Niño”, en Tumbes, Perú, influyeron en la mayor distribución y desarrollo de algunos hongos patógenos que atacan al cultivo de arroz, especialmente de hongos del suelo. Los porcentajes de incidencia de las enfermedades que afectaron al cultivo durante este período, se incrementaron con respecto a una campaña normal, siendo entre estas, las PTVA la más favorecida, por la mayor humedad del suelo ocasionadas por las constantes lluvias que se presentaron durante ese período, un mal drenaje y la mala nivelación de los campos (Garrido, 1998).

### 2.2 El inoculo y la planta enferma

Bajo condiciones favorables, los hongos patógenos se establecen dentro o sobre la superficie de una planta huésped y originan la infección que, durante el desarrollo de las plantas, determina la pudrición de tallos y vainas. Estas plantas infectadas son fuente de micelios y de esporas, que constituyen el inoculo natural.

Tan pronto la planta cultivada llega a la madurez, el inoculo se disemina con el riego y, durante el proceso de gradeo y de fangueo se intensifica la propagación de la enfermedad. Probablemente las especies de *Nakataea* puedan diseminarse a través de la semilla (Gutiérrez, 2002), pero ocurre con mayor facilidad durante el transporte de plántulas para la siembra al llevar tierra adherida a las raíces o por la presencia de daños causados por el patógeno en las vainas en los terrenos de almácigos.

Estos patógenos del suelo están ampliamente distribuidos en todas las zonas agrícolas donde se cultiva arroz en el Perú. Todos estos microorganismos tienen gran capacidad de sobrevivencia, lo cual dificulta su control mediante la aplicación de diversas medidas que puedan ayudar al manejo de estas enfermedades, bajo condiciones de campo.

### 2.3 Dispersión

Para que la enfermedad pueda distribuirse eficazmente, el inoculo debe ser llevado desde el lugar en que se produce hasta la zona donde puede causar una nueva infección. En los diversos mecanismos de liberación de estructuras del patógeno intervienen varios factores externos como la lluvia, el agua de riego, la maquinaria agrícola, etc.

El agua de regadio es la forma más frecuente de diseminación de estas enfermedades; el agua arrastra los microesclerotes y esclerotes, que son las formas de conservación de hongos como *Nakataea* y *Rhizoctonia*, mientras que con *Gaeumannomyces*, las estructuras se dispersan junto a pequeñas porciones de tejido al momento del fangueo. Otra forma de diseminación es la maquinaria agrícola; los tractores al momento de preparar y fanguear los campos; las cosechadoras que al término de la jornada ingresan

a varios campos llevando consigo tierra e inoculo.

#### 2.4 Transmisión

En la transmisión participan factores bióticos, como el hombre cuando ingresa a las pozas a realizar diversas labores agrícolas como el fangueo, el abonamiento o la aplicación de plaguicidas; pero la mayor fuente de transmisión son los lechuguinos que llevan la enfermedad en sus vainas y en los primeros nudos.

#### 2.5 Fuente de inoculo

En estas enfermedades fungosas, la fuente de inoculo se ubica en el suelo, en los primeros 15 cm de la capa arable; por ser el lugar donde las estructuras de conservación de estos patógenos caen al final de la campaña agrícola. Desde allí, con ayuda de la maquinaria y del agua de riego, se transportan hacia otros campos.

#### 2.6 Producción de inoculo

La mayor producción del inoculo de estos patógenos se da tan pronto se inicia la madurez del cultivo, y los daños pueden ser observados desde las primeras etapas de desarrollo. En *Nakataea* se da bajo la forma de microesclerotes contenidos en las vainas o dentro del tallo. En *Gaeumannomyces*, las peritecias se forman dentro de las vainas y los rhizomorfos en la superficie de la cara interior de las vainas (Urquijo, 1971). En *R. oryzae-sativae*, los esclerotes se forman en el interior de las células de las vainas o en la superficie de los tejidos. En el caso de *R. solani* y *R. oryzae* los esclerotes se forman en la superficie del tejido. El color, tamaño y forma de cada estructura son características de cada patógeno (Cedeño, 1997).

#### 2.7 Reservas del inoculo

Cuando no se controla el patógeno, puede permanecer por mucho tiempo en el suelo o pasar de una campaña a otra en las malezas, en los tejidos, en los desechos vegetales y formar un depósito de inoculo en el suelo que se constituirá en una fuente de infección y amenaza para el cultivo. Los microesclerotes de *Nakataea* pueden permanecer viables en el suelo hasta por 6 años (Ou, 1985); el micelio de *Gaeumannomyces* puede permanecer viable por dos a tres años (Smith, 1992); y el de *Rhizoctonia* hasta 21 meses (Ou, 1985).

La cantidad de microesclerotes o esclerotes formados al término de una campaña agrícola, representa el inoculo inicial que la planta encontrará al momento de la siembra. Los cálculos que se han hecho para conocer las poblaciones de esclerocios contenidas en 100 gramos y en un metro cuadrado de suelo con una profundidad de

15 cm, en el valle de Tumbes nos muestran que para *Nakataea* se han encontrado entre 16 200 a 459 000 microesclerotes; para *R. solani* de 57 600 a 161 900; y para *R. oryzae* de 3 600 a 443 300 esclerotes, a pesar de haberse realizado la labor de “pica y quema” (Cuadro 1). Similares resultados se encontraron en Tarapoto (290 400 *Nakataea* y 158 400 *Rhizoctonia*) y Bagua (119 200 *Nakataea* y 120 200 *Rhizoctonia*). En todos los casos estas cantidades son suficientemente altas como para iniciar una epidemia, a pesar de la acción de la quema de los rastrojos que se hace al término de la campaña.

**Cuadro 1.** Número de esclerocios de *Nakataea sigmoidea*, *Rhizoctonia solani* y *Rhizoctonia oryzae*, en 100 g y 1 m<sup>2</sup>/15 cm de profundidad de suelo. Tumbes, Perú.

Sector	<i>Nakataea sigmoidea</i>		<i>Rhizoctonia solani</i>		<i>Rhizoctonia oryzae</i>	
	100 g	1 m <sup>2</sup>	100 g	1 m <sup>2</sup>	100 g	1 m <sup>2</sup>
La Jota	34	76 500	53	119 300	197	443 300
UNT	128	249 600	83	161 900	67	130 700
La Canela	74	133 200	60	108 000	07	12 600
La Tuna	255	459 000	45	81 000	02	3 600
Romero	26	46 800	32	57 600	03	7 800
Las Brujas	28	75 600	30	81 000	04	10 800
P. El Cura	06	16 200	32	86 400	04	10 800

Con tales poblaciones de inoculo presentes en el suelo, se presentan síntomas desde los 15 días de edad de cultivo (almácigo), y a partir de los 25 días en una siembra al voleo (Figura 1).

### 3. PÉRDIDAS DE COSECHA CAUSADAS POR LA PTVA

Es muy poco lo que se conoce en el Perú, sobre la reducción de las cosechas por efecto de la PTVA. En Japón las pérdidas causadas por *Gaeumannomyces* variaron entre 14 y 40%; y las pérdidas por *Nakataea* en Filipinas, entre 25 y 80% de la producción (Centre For Overseas Pest Research, 1976).

Las enfermedades causadas por estos patógenos afectan al cultivo severamente en las etapas de desarrollo y son destructivas desde el macollaje hasta la cosecha. Experimentalmente, se observó que, cuando se inoculó un suelo agrícola estéril con *Nakataea*, *Gaeumannomyces* y *Nakataea + Gaeumannomyces*, y luego se

sembró arroz de la variedad IR-43, la enfermedad alcanzó una incidencia de 100% y los valores promedios de severidad fueron de 70% para *Nakataea*, 56,05% para el complejo *Nakataea + Gaeumannomyces* y 50,0% para *Gaeumannomyces*.

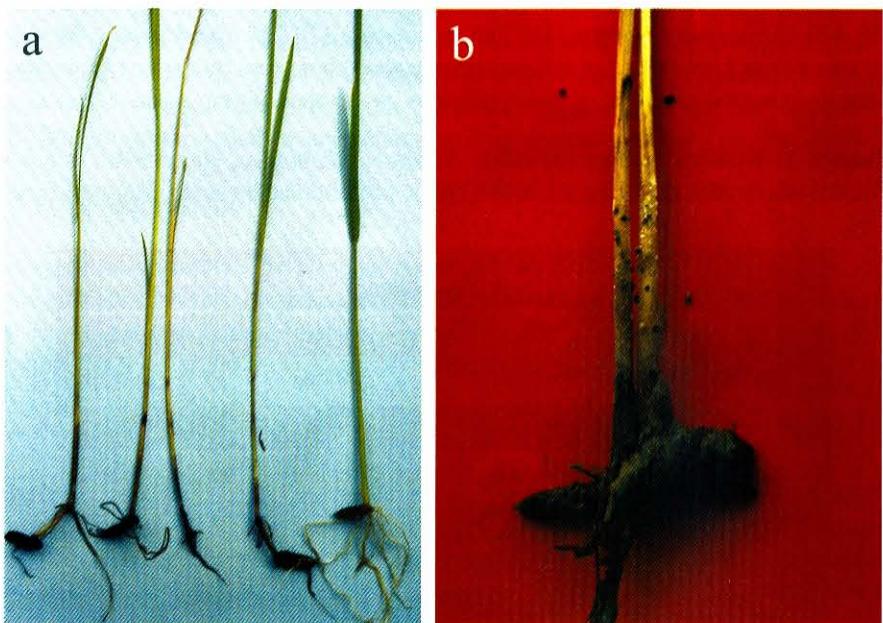


Figura 1. Daños causados por *Nakataea* (a) y *Rhizoctonia* (b) en plántulas de 20 días de edad.

Estos daños, se reflejaron también en el número de hojas presentes a los 100 días de edad del cultivo, observándose una fuerte reducción con *Nakataea* y en el complejo *Nakataea + Gaeumannomyces* (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Número de hojas por planta de arroz, a los 100 días de edad del cultivo. Tumbes-Perú.

Tratamiento	Nº de hojas / planta
Testigo	7,0 a
<i>Gaeumannomyces</i>	6,0 b
<i>Nakataea + Gaeumannomyces</i>	3,0 c
<i>Nakataea</i>	2,0 d

CV: 8,0%

Similar relación se tiene con la producción obtenida frente a tres niveles de infección: (1) aparentemente sano, (2) medio y (3) alto. De ahí que los daños causados por estos patógenos, determinan pérdidas de producción que aumentan conforme se pasa de un nivel de infección bajo a un nivel alto. En todos los casos, se encontró mayor daño en el nivel de infección alto con 88 y 85% de pérdidas por efecto del ataque causado por *Nakataea* y el complejo *Nakataea + Gaeumannomyces* bajo condiciones semi controladas (Figura 2).

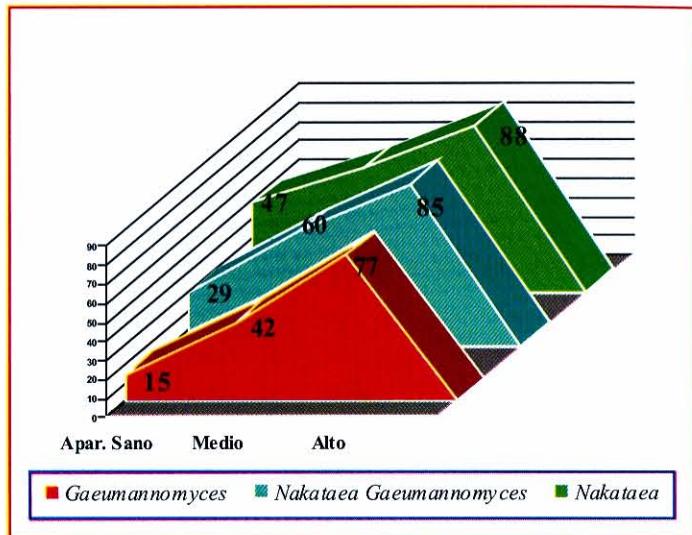


Figura 2. Porcentaje de reducción de producción ocasionada por *Nakataea* y *Gaeumannomyces*, en tres niveles de infección.

No se ha registrado diferencia estadística entre las pérdidas de producción causadas por el nivel de infección alto y el nivel medio, entre *Nakataea* y el complejo de los hongos *Nakataea + Gaeumannomyces*, pero sí con el nivel aparentemente sano con cada una de las fuentes de inoculo usadas en el experimento.

La pérdida de producción que originaron ambos patógenos en Tumbes en una parcela agrícola, fue calculada en 35,31%, que difiere con la obtenida bajo condiciones semi-controladas cuando se uso como inoculo a *Nakataea* (69,18%); *Gaeumannomyces* (50,71%) y el complejo *Nakataea + Gaeumannomyces* (56,05%) (Cuadro 3)

Esto demuestra la capacidad que estos patógenos tienen para afectar el cultivo y reducir su producción cuando encuentran las condiciones favorables para su desarrollo. (Lopéz, 2001)

**Cuadro 3.** Porcentaje de reducción de la producción de arroz cáscara como resultado de la acción patogénica de *Nakataea* y *Gaeumannomyces*.

Tratamiento	Reducción de la producción (%)	
	Semicontrolada	Campo
Testigo	0,00 a	
<i>Gaeumannomyces</i>	50,71 c	0
<i>Nakataea</i> + <i>Gaeumannomyces</i>	56,71 c	---
<i>Nakataea</i>	69,18 d	35,31

CV: 6,0%

## 4. CONTROL CULTURAL

### 4.1 Pica y quema

Es una práctica que tiene por objeto reducir el potencial de inoculo, mediante la destrucción por el fuego de las estructuras de conservación y de propagación de los patógenos formados durante la campaña agrícola anterior; esta labor debe ayudar a disminuir el riesgo de infección inicial de las plántulas en la etapa subsiguiente de siembra directa o trasplante. La operación resulta efectiva si los residuos de la cosecha se destruyen totalmente en el campo. Una quema uniforme puede acabar con el mayor número posible de escleritos de *Nakataea* y de *Rhizoctonia*, pero resulta difícil por la ubicación de estas estructuras y, la ineficacia de la práctica no permite que se logren los resultados esperados (Figura 3).

### 4.2 Rotación

Es una medida cultural que ayuda a mejorar los niveles de fertilización y microbiología del suelo al cortar el ciclo biológico de muchas plagas e incentivar la población de organismos antagónicos existentes en el suelo, tal como *Trichoderma harzianum* y *T.viridae*.

Son pocos los ejemplos que se pueden citar de rotar los campos de arroz con otros cultivos con resultados en los que se haya podido obtener una reducción de los niveles de incidencia y severidad por efecto de la PTV del arroz. Durante muchos años Tumbes fue uno de los departamentos en los que después de la cosecha de arroz se sembraba soya, en casi un 50% del área arrocera, o se dejaban los campos en descanso,

esta acción permitía que los suelos restituyeran su flora microbiana e impidieran que patógenos como *Nakataea* no llegaran a afectar al cultivo. El sólo hecho de haberse roto este proceso de rotación o dejar los campos en descanso han originado un incremento de las poblaciones de *Nakataea* y la presencia de patógenos como *R. solani*, *R. oryzae*, *R. oryzae sativae*, *G. graminis* var *graminis*, así como *Pyrenopeziza oryzae* y *Ascochyta graminicola*, con resultados muy desalentadores expresados en pérdidas de los niveles de producción y en un mayor uso de plaguicidas.



Figura 3. Efecto de la Pica y Quema en el control de hongos del suelo y en el medio ambiente por contaminación de humo y cenizas.

### 4.3 Basureo

Después del “Fangueo” se puede practicar el “Basureo”, una medida muy apropiada para la preparación de camas almacigueras, se realiza con la fin de reducir el potencial de inoculo del campo. Esta práctica consiste en recoger raíces y tallos de arroz con estructuras de conservación de los hongos patógenos causantes de la PTVA, al término de la faena los rastrojos se acumulan en los bordos para ser quemados tan pronto se secan (Figura 4).

De igual manera, en la cabecera de las pozas o en los vértices se acumulan estructuras de conservación de estos hongos, suspendidas en el agua junto a porciones muy pequeñas de restos de tejido vegetal infectado (Figura 5a), que pueden ser retiradas con la ayuda de una malla fina (Figura 5b). Esta labor se puede practicar tan pronto finalice el fangueo y el nivelado de la poza o cuando el agua se aclare. (Garrido, 2004).

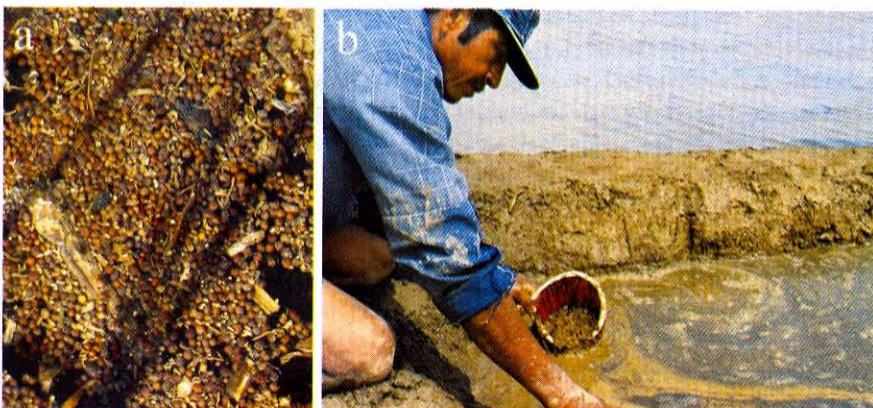
### 4.4 Lámina de agua

Uno de los factores que favorecen el desarrollo de las enfermedades por hongos del suelo, es la lámina de agua. Se ha observado que los campos con mala nivelación, o con lámina de agua alta, presentan altos niveles de severidad. Las láminas de

agua baja, permiten que aquellas vainas fuertemente afectadas mueran y caigan, impidiendo que los patógenos sigan penetrando en las demás vainas hasta alcanzar los tallos. La utilización de láminas de agua bastante bajas y la seca de los campos cada cierto tiempo ayudan a disminuir la probabilidad de reinfección y la severidad de la enfermedad.



**Figura 4.** Basureo, actividad que se realiza con el fin de bajar el potencial de inoculo.



**Figura 5a.** Esclerótes de *Rhizoctonia* flotando en agua limpia en las pozas de arroz. **5b.** Recojo de estructuras usando malla fina.

#### 4.5 Semilla certificada

El uso de semilla certificada no sólo garantiza una uniformidad genética y los niveles

de producción de la variedad, sino que su uso permite cortar el mecanismo de transmisión que emplean los patógenos para iniciar un proceso de infección a nivel de campo (Ou, 1984). En diferentes observaciones de la superficie de la semilla se han aislado hongos como: *Pyricularia*, *Bypolaris*, *Nigrospora*, *Alternaria*, *Curvularia*, *Nakataea*, etc. que afectan su germinación.

#### 4.6 Densidad y siembra a cordel

La siembra a cordel, con las líneas orientadas en la dirección del viento, es una labor que puede usarse como una medida de protección. Ésta labor se basa en la modificación del ambiente para regular la temperatura y la humedad que se forma debajo del área foliar al favorecerse una buena circulación de aire (Figura 6). Este tipo de siembra retarda la aparición de los síntomas y reduce la incidencia de la enfermedad en el campo.



**Figura 6.** Siembra a cordel, una medida que ayuda a regular la humedad relativa ambiental si se realiza en la dirección del viento.

### 5. CONTROL BIOLÓGICO

En la microflora del suelo existen numerosos hongos y bacterias antagonistas que regulan a los hongos fitopatógenos. Estos organismos pueden ser potenciados mediante el uso de abonos verdes, o incorporando materia orgánica al suelo. En Tumbes se han encontrado, en el suelo y en tejido vegetal (tallos y vainas), los hongos *Trichoderma viride* y *T. harzianum* para el control de *Nakataea* y, *T. virens* para *Gaeumannomyces* (Castillo, 2003). Similares resultados se encontraron cuando se realizó la misma

prueba con colonias de *Rhizoctonia* aisladas de Tumbes, Piura y Ecuador.

*Trichoderma* es un hongo controlador biológico que basa su acción en la competencia, en la producción de metabolitos antifungosos, en la producción de enzimas hidrolíticas de la pared celular y en la acción hiperparasítica (Jin, 1992).

Experimentalmente, se trabajó el bio regulador SILANKI (*Trichoderma harzianum*) a nivel de placa petri, obteniéndose una reducción del crecimiento de la colonia del 61% para *Nakataea* y del 58% para *Rhizoctonia*, a los tres días de desarrollo de las colonias. A partir del cuarto día se produce el hiperparasitismo de *Trichoderma* sobre los patógenos (Figura 7). A nivel de incidencia (30 días de edad de cultivo), se obtiene un control del 82% para *Nakataea* y del 87% para *Rhizoctonia*. A nivel de severidad el control fue de 69% para *Nakataea* y del 89% para *Rhizoctonia* (Figura 8).

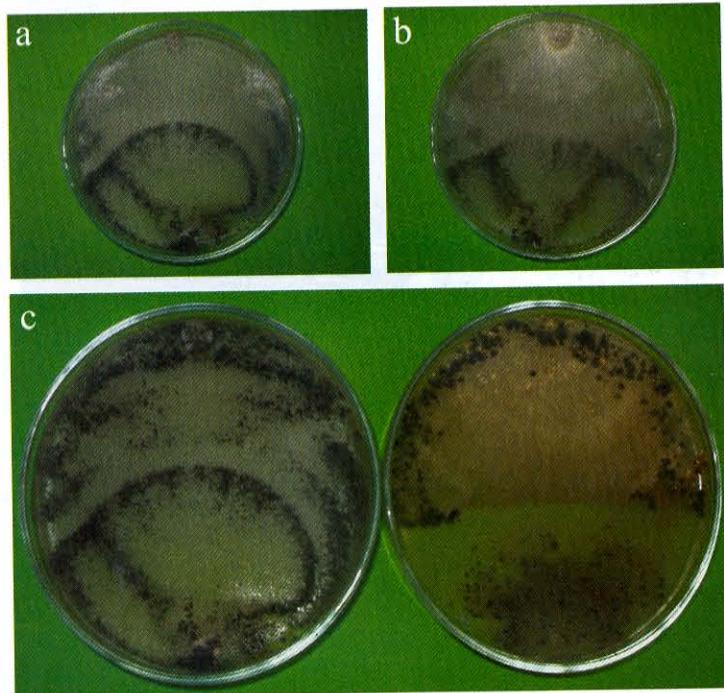


Figura 7. Control de Silanki (*Trichoderma harzianum*) por acción de competencia (placas a y b) e hiperparasitismo (placa c) sobre *Rhizoctonia solani* y *Rhizoctonia oryzae sativae*.

*Trichoderma* es un hongo antagonista que tiene compatibilidad con ciertos fungicidas, tanto bajo condiciones de campo como en laboratorio. Se conoce que los oxicloruros de cobre son compatibles con *Trichoderma*, en comparación con otros fungicidas que

afectan drásticamente su desarrollo desde las 24 horas.

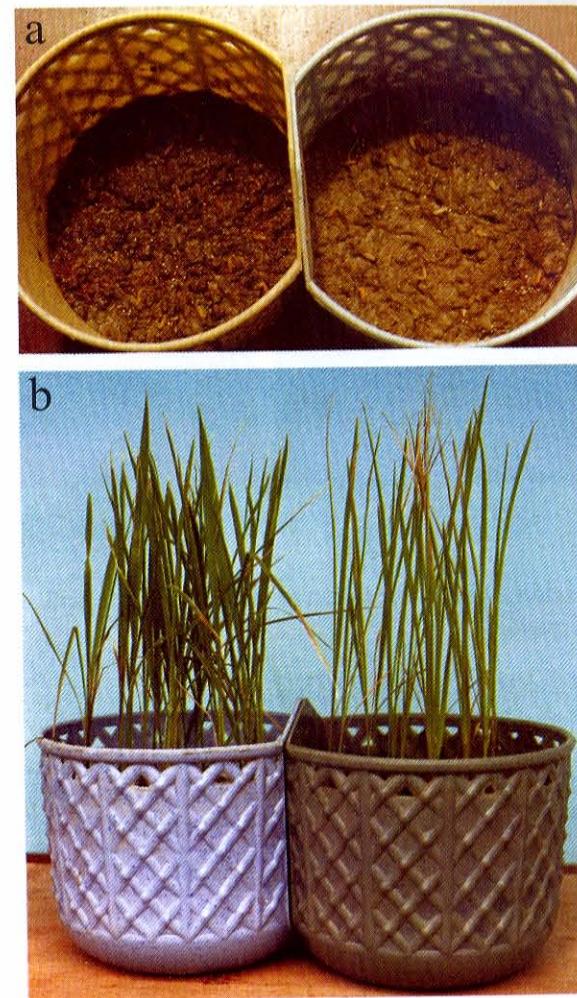


Figura 8. Terrinas de germinación y plántulas de arroz de 38 días de edad. a, terrinas sembradas con semillas de arroz, la terrina de la derecha fue inoculada previamente con *Trichoderma*. b, plántulas de arroz desarrollando en un sustrato con un alto potencial de inoculo.

Cuando se inoculó *Trichoderma* en un medio tratado (PDA hojas de arroz) contenido Python 27 y Vitavax 300 EC (Figura 9), se observó una buena compatibilidad con estos productos que permitieron el desarrollo de la colonia. Inicialmente el desarrollo de *Trichoderma* fue lento en los tres primeros días de desarrollo en los dos medios tratados (Figura 9a) y alcanza su máximo desarrollo a los diez días en ambos medios,

como se muestra en la Figura 9b. Estos resultados refuerzan la posibilidad de mezclar *Trichoderma* con Phyton 27 y Vitavax 300 EC en el control de estas enfermedades bajo condiciones de campo.

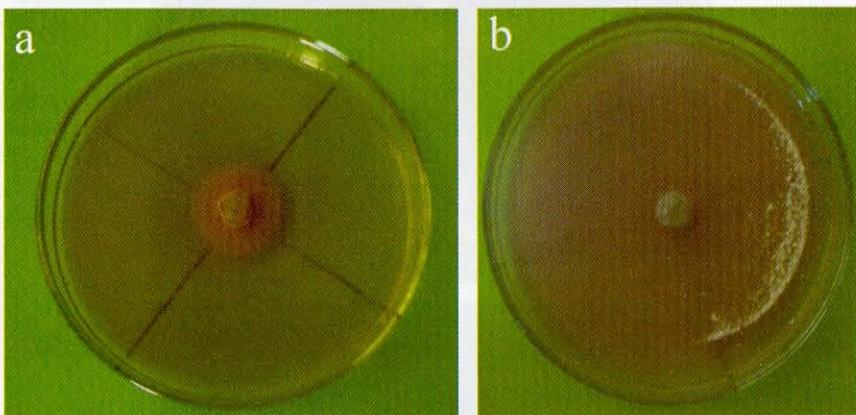


Figura 9. Prueba de sensibilidad de *Trichoderma* frente a Phyton 27 (a) y Vitavax 300 EC (b).

### 5.1 La incorporación de residuos de arroz (Rastrojos) y la aplicación de Silanki (*Trichoderma harzianum*)

La sola incorporación de los residuos de la cosecha de arroz (rastrojos) a la preparación de los campos, ejercen un buen control de la severidad de *R. solani* en el desarrollo del cultivo (Yaguana, 2006). Los niveles de severidad obtenidos con este sistema muestran una reducción del 28% de la severidad ocasionada por *Rhizoctonia* como causante del “Añublo de las Vainas”; el empleo de Silanki (*T. harzianum*) junto a la incorporación de rastrojo, como en pica y quema, también controlaron el nivel de severidad de la enfermedad (13,40 y 14,27%) (Figuras 10 y 11). El control que ejerce Silanki (*T. harzianum*), se debe a la capacidad de este organismo de colonizar, inicialmente la materia orgánica que hay en el suelo para posteriormente ejercer una acción de hiperparasitismo sobre *Rhizoctonia* y *Nakataea*.

La presencia de estructuras de *Rhizoctonia* en el suelo, al término de la campaña, también son afectadas por la incorporación de los residuos de cosecha (70%) y el uso de Silanki al fangueo; siendo más alto el efecto cuando se agrega Silanki (Pica y Quema + Silanki 80%, Silanki + Incorporación 81%) (Figura 11).

A nivel de campo se han encontrado resultados bastante alentadores que permiten manejar esta enfermedad con la incorporación de rastrojos, el uso de organismos antagonistas como Silanki (*T. harzianum*) y aceleradores de la descomposición de la materia orgánica como Bacthon (*Lactobacillus*, *Azotobacter*, *Azospirillum*

y *Saccharomyces*). La aplicación de éste acelerador (Bacthon) más Silanki (*T. harzianum*) a la incorporación de los rastrojos, permiten una rápida descomposición de estos materiales y el desarrollo de la acción antagonista de *Trichoderma*, sobre las estructuras de conservación de los hongos fitopatógenos presente en el suelo y en el rastrojo incorporado, estas pruebas nos muestran una reducción en el número de estructuras mayor del 50% (Cuadro 4).

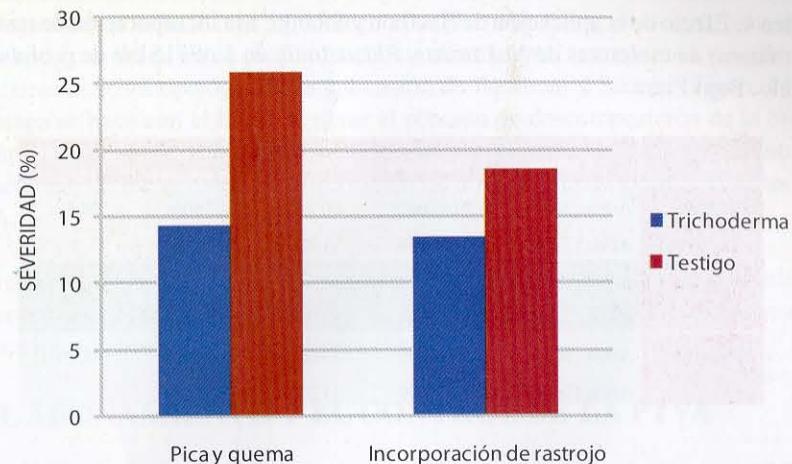


Figura 10. Efecto de Silanki (*Trichoderma harzianum*) y la incorporación de rastrojo al suelo en la severidad causado por *Rhizoctonia*.

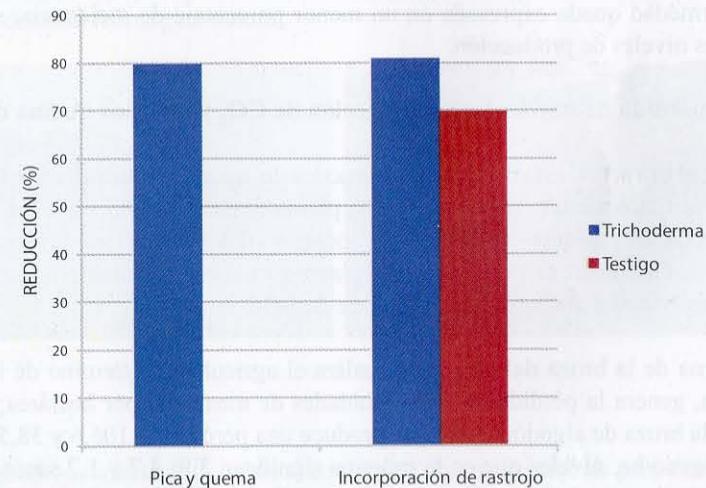


Figura 11. Porcentaje de reducción de esclerotes de *Rhizoctonia solani* por efecto de Silanki (*Trichoderma harzianum*), la pica y quema y la incorporación de rastrojo.

Estos resultados de por sí ya son un avance entre las diferentes alternativas de control que se tengan que plantear, la base de esta medida radica en propiciar una disminución del potencial de inoculo de los patógenos existentes en el suelo expresados en número de esclerotes, así como en incentivar el desarrollo de una agricultura de reposición y no extractiva como la que venimos practicando que a la poste viene generando suelos pobres tanto nutricional como microbiológicamente.

**Cuadro 4.** Efecto de la aplicación de Bacthon y Silanki, a la incorporación de rastrojos en el número de esclerotes de *Nakataea* y *Rhizoctonia* en 1 m<sup>2</sup>/15 cm de profundidad de suelo. Bajo Piura.

Sector	Cultivo	<i>Nakataea</i>	<i>R. solani</i>	Total de Estructuras	Reducción (%)
Soledad	Arroz (Testigo)	147 000	60 900	207 900	58,53
	Arroz (Tratado)	14 700	71 400	86 100	
Santa Rosa	Arroz (Testigo)	67 200	117 600	184 800	52,23
	Arroz (Tratado)	52 500	35 700	88 200	
Mauricio	Arroz (Testigo)	144 400	35 600	180 000	48,00
	Arroz (Tratado)	62 400	31 200	93 600	

Aún faltan más pruebas que permitan comprender la acción de *Trichoderma* sobre las estructuras de conservación de patógenos como *Nakataea* y *Rhizoctonia*, pero lo que sí queda claro es que los problemas de incremento de estructuras se ven minimizado ante la acción de éste antagonista, y la respuesta de la planta ante la presencia de la enfermedad queda expresada en un menor porcentaje de incidencia, severidad y mayores niveles de producción.

## 5.2 La pérdida de nutrientes y producción de CO<sub>2</sub> y CO por quema de la broza

La agricultura actual está orientada a la práctica de una agricultura altamente extractiva y sin reposición de los nutrientes que la planta toma del suelo; la broza ó rastrojos de cosecha de cualquier cultivo al ser incorporados se convierte en una fuente de nutrientes fácilmente asimilables por la planta y un medio de multiplicación de micro organismos benéficos nativos existente en el suelo.

La quema de la broza del arroz que realiza el agricultor, al término de la campaña agrícola, genera la pérdida de 86,96 unidades de nitrógeno por hectárea; cuando se quema la broza de algodón o maíz se produce una pérdida de 106,6 y 38,51 unidades de nitrógeno/ha, niveles que en la práctica significan 3,9; 4,7 y 1,7 sacos de urea/ha que se pierden con la quema, esta acción también está propiciando la contaminación del medio ambiente por CO<sub>2</sub> y CO. Una hectárea de arroz conducido bajo tecnología

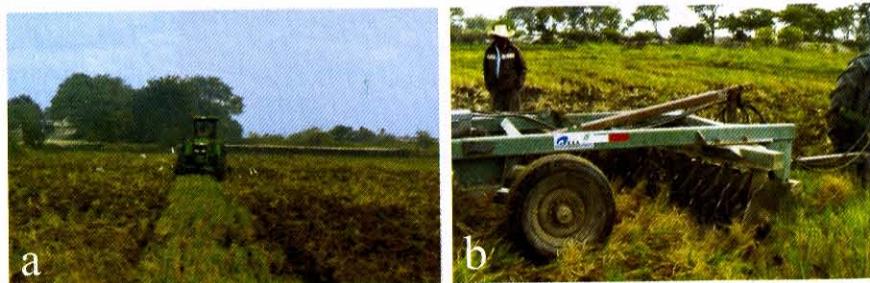
media genera 9600 kg de broza que al ser quemada producen 1760 m<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> y 2240 de CO.

Para incorporar la broza se requiere utilizar grada pesada, que debe cruzar el campo horizontal y verticalmente (Figuras 12a y b), esta labor ayuda a que el material vegetal incorporado inicie su proceso de degradación con la humedad de campo sobrante de la campaña anterior. Con el primer riego (Figura 13a), las estructuras de conservación de los fitopatógenos adheridas al tejido vegetal se liberan y flotan en el agua; al fanguear los campos con máquina se profundiza el material vegetal incorporado y parte de las estructuras de los fitopatógenos; la aplicación de Bacthom y Silanki (Figura 13b) en esta etapa se hace con el fin de acelerar el proceso de descomposición de la broza y ayudar a *Trichoderma harzianum* a desarrollar en la materia orgánica y a entrar en contacto con las estructuras de conservación de hongos fitopatógenos causantes de la PTVA.

Los resultados han permitido obtener un rápido prendimiento de las plántulas, un menor nivel de incidencia y severidad de la enfermedad (Figuras 14a y b) y mayor producción con buena calidad molinera (Figura 15).

## 6. EL ABONAMIENTO Y EL CONTROL DE LA PTVA

La aplicación de abonamiento orgánico o mineral para favorecer el desarrollo de los cultivos es común, en la mayoría de los casos sólo se realiza pensando en la necesidad del cultivo para incrementar su producción, y no en una defensa fisiológica contra los patógenos, basada en una nutrición equilibrada para propiciar el vigor de la planta y su defensa fisiológica natural.



Figuras 12a y b. Proceso de incorporación de la broza.

Cada patógeno que afecta a un cultivo requiere de ciertas sustancias para desarrollar, además de ciertas condiciones para penetrar e iniciar la infección (Agrios, 1990).



Figuras 13a y b. a, Primer riego. b, Aplicación de Baithion y Silanki después del fangueo.



Figuras 14a y b. a, Cultivo de 85 días de edad con incorporación de broza (sin síntomas).  
b, Cultivo sin incorporación de Broza (con síntomas).



Figura 15. Producción obtenida como producto de la incorporación de la broza.

En la literatura hay muchos ejemplos del uso de abonamiento para la defensa de los

cultivos contra enfermedades, entre ellos se sabe que el uso excesivo de nitrógeno tiende a incrementar la incidencia de enfermedades y el potasio contribuye a reducir las pudriciones (William, 2001). El sulfato de amonio inhibe la pudrición, y el nitrato de amonio aumenta la severidad.

Para el caso de la PTVA se ha encontrado que la aplicación de urea, guano de islas y sulfato de amonio, a una dosis nitrogenada de 180 unidades, influye en la respuesta del cultivo frente a la pudrición de tallos y vainas causadas por *Nakataea* y *Gaeumannomyces*. La sola aplicación de abonamiento disminuye la incidencia de ambas enfermedades; más efectiva para *Gaeumannomyces* que para *Nakataea*. Las aplicaciones de guano al fangueo y sulfato de amonio, disminuyen fuertemente los porcentajes de incidencia causados por *Gaeumannomyces*, no ocurre lo mismo cuando se aplica urea o guano al trasplante.

En el caso de *Nakataea* no hay una buena respuesta de control, conforme sí ocurre con *Gaeumannomyces* (Figuras 16 y 17). En todos los casos, se pudo ver que la sola aplicación de un abono orgánico o inorgánico favorece una mejor respuesta del cultivo frente a la enfermedad, cuya expresión se manifiesta en una reducción del Índice de Intensidad de daños del 17% para el caso de *Gaeumannomyces* y del 11% para el caso de *Nakataea*.

A pesar de la presencia de los patógenos en el campo y altos niveles de severidad, la aplicación de un abonamiento orgánico - mineral no sólo reduce la enfermedad en el campo, sino favorece un aumento de la producción (Cuadro 5); lo cual hace suponer que la enfermedad en el cultivo de arroz es favorecida también por una mala nutrición de las plantas (Quevedo, 2007).

También se puede afirmar que si una buena fertilización puede ayudar en el control de la enfermedad, el uso excesivo de nitrógeno puede agravar el porcentaje de severidad. Esto se comprueba cuando al aumentar las dosis de nitrógeno de 90 a 180 unidades por hectárea en un cultivo afectado por *Nakataea* y por *Rhizoctonia*, los incrementos por efecto de exceso de nitrógeno son muy notorios a partir de los 66 días de edad de cultivo (Figuras 18 y 19).

## 7. CONTROL QUÍMICO

Desde hace mucho tiempo las enfermedades de los cultivos se han convertido en uno de los principales problemas de la agricultura, al afectar la calidad de los productos, la producción y la economía del agricultor. El arroz es uno de esos cultivos cuyas pérdidas son producto del ataque de varios hongos fitopatógenos que lo afectan desde la siembra hasta la etapa de cosecha, obstruyendo diversos mecanismos fisiológicos y

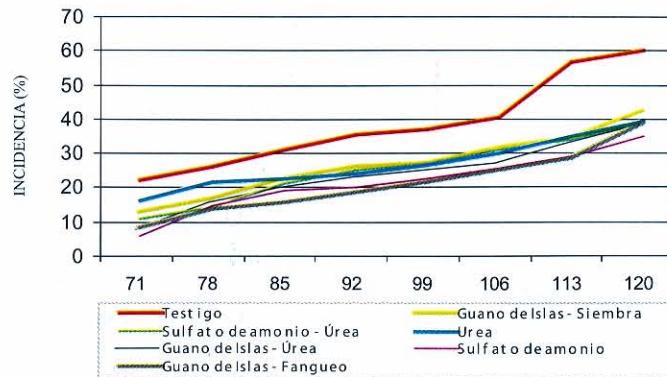


Figura 16. Efecto del abonamiento orgánico y mineral expresado en porcentaje de incidencia de *Gaeumannomyces*.

bioquímicos relacionados con el crecimiento y el desarrollo del cultivo.

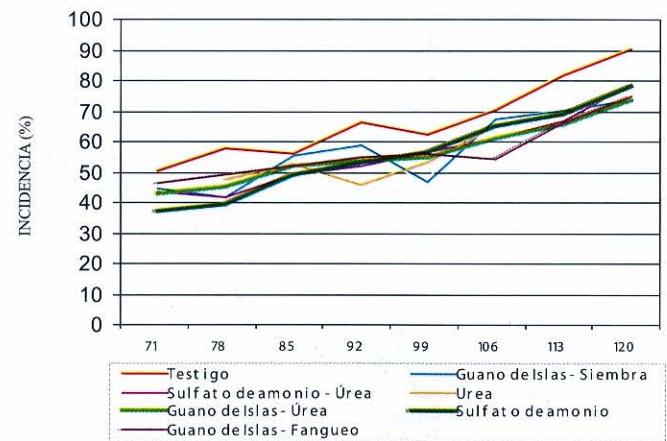


Figura 17. Efecto del abonamiento orgánico y mineral expresado en porcentaje de incidencia de *Nakataea*.

Dentro de las diferentes alternativas que se conocen para el control o disminución del ataque de estos patógenos, está el empleo de productos químicos (Fungicidas). La decisión del uso de esta alternativa tiene muchas implicancias, para el técnico o profesional que la asume, porque su uso no sólo afectará a la plaga o la enfermedad, sino también al medio ambiente, a los controladores biológicos, al cultivo, a los animales y al hombre. Definido el problema que afecta al cultivo, cuantificado su avance en porcentaje de plantas afectadas y conocido el estado del tiempo el técnico puede definir una aplicación, la dosis y la frecuencia (Mont, 1993), la demostración

Cuadro 5. Efecto del abonamiento orgánico - mineral sobre la producción promedio expresada en kg / ha, en parcelas infectadas con los hongos *Nakataea* y *Gaeumannomyces*.

Tratamientos	Rendimiento promedio (kg/ha)
Guano transplante	13 163,33 a
Guano - Urea	12 342,75 ab
Sulfato - Urea	12 101,06 ab
Guano fangueo	11 212,43 b
Sulfato de amonio	9 478,39 c
Urea	8 755,15 c
Testigo	6 303,26 d

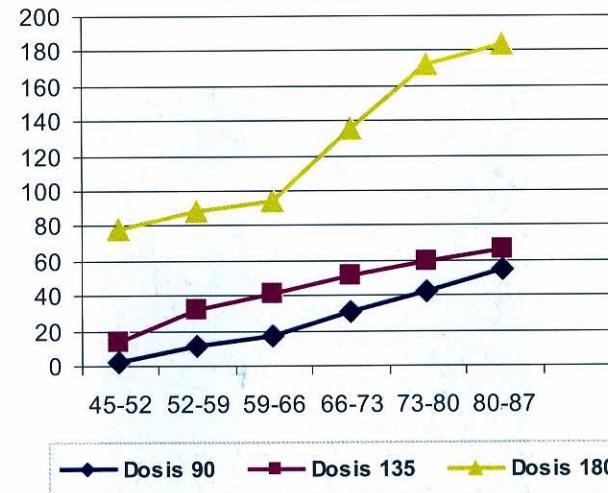
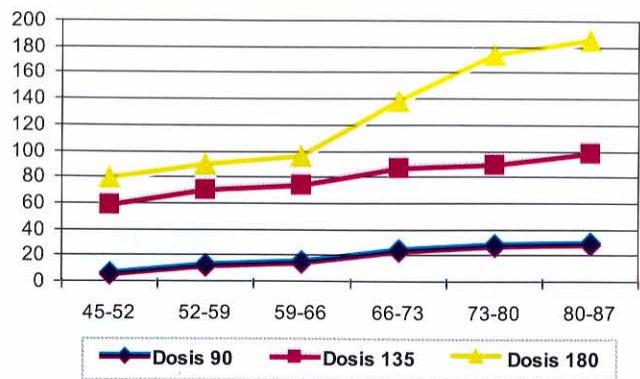


Figura 18. Porcentaje de incremento de la severidad del daño causado por *Nakataea sigmoidea*, por efecto de las dosis de nitrógeno (90, 135 y 180 kg por hectárea).

del efecto de la aplicación del uso de una medida de control debe hacerse mediante evaluaciones cuantitativas más no cualitativas (Figura 20), para ello existen métodos y escalas que permiten cuantificar el avance de la enfermedad y demostrar a la vez la efectividad del uso de los plaguicidas.



**Figura 19.** Porcentaje del incremento de la severidad del daño causado por *Rhizoctonia solani*, por efecto de la dosis de nitrógeno (90, 135 y 180 kg por hectárea).



**Figura 20.** Evaluación de campo para determinar la incidencia y severidad de la enfermedad.

Las evaluaciones de campo deben ser en lo posible semanales para determinar el avance de la enfermedad o el efecto de la aplicación de una medida de control; en cada evaluación se determina la incidencia y la severidad de la enfermedad.

## 7.1 Protección química a la semilla

Dentro de las medidas de control para manejar estos patógenos está la desinfección de semilla, por la ubicación del inoculo en el suelo y por el inicio de esta enfermedad desde la etapa de plántula.

Entre los fungicidas que mejor respuesta han tenido en el control de la enfermedad a nivel de semilla se encontró Vitavax 300 EC con una protección de 15 días con cero plantas afectadas, mientras que en el testigo el porcentaje de plantas enfermas varió 77,75 y 100% entre los 15 y 19 días de edad de cultivo. La diferencia en el porcentaje de plantas enfermas entre el testigo y las parcelas tratadas con fungicidas, muestran claramente la acción protectora de cada uno de ellos. Puede observarse que sólo con la aplicación de un fungicida a dosis baja, se puede llegar a un nivel del 35% de protección durante 15 días y, para dosis alta y comercial se puede llegar a tener una protección del 43%. No ocurre lo mismo a los 19 días, cuyo porcentaje de plantas enfermas es similar al testigo.

A nivel de dosis, Vitavax 300 EC a 200 y 250 g por 100 kg de semilla y Parachupadera 740 PM a la dosis 250 g/100 kg de semilla protegen mejor a la semilla contra el ataque de estos patógenos (Zapata, 1998).

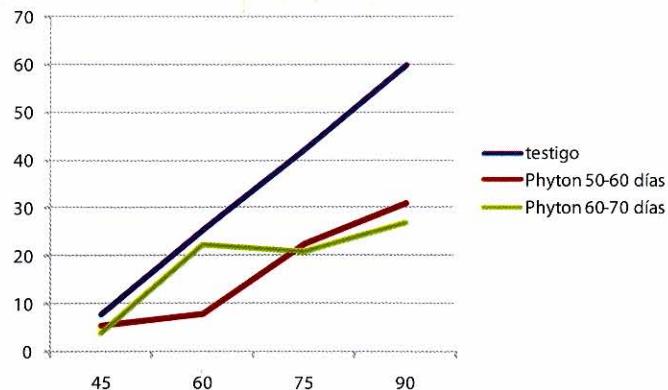
## 7.2 Protección química al cultivo

El desarrollo de las plantas en el campo sin la aplicación de un fungicida permite que la enfermedad se incremente a partir de los 60 días de edad de cultivo, hasta alcanzar su máximo nivel entre los 75 y los 90. Los ensayos realizados para el control de esta enfermedad permiten observar que las mejores respuestas se obtienen cuando las aplicaciones se realizan a los 50 y a los 60 días de edad de cultivo.

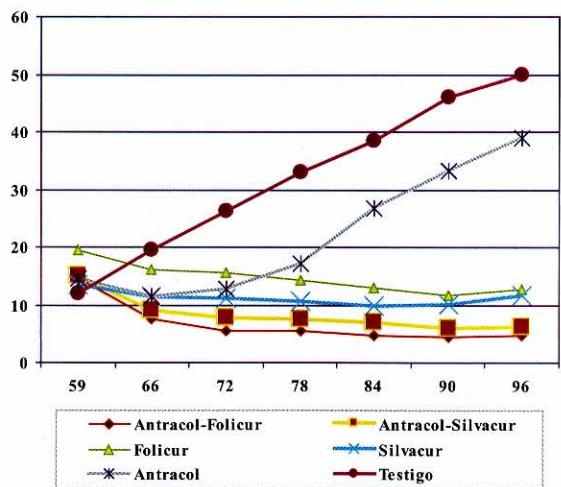
Entre los diferentes fungicidas ensayados para el control de *Nakataea* se encontró que la aplicación preventiva de Python 27 a la dosis de 350 cc/ha, aplicado a los 50 y 60 días, propician un buen control y manejo de la enfermedad en comparación a la aplicación hecha a los 60 y los 70 días (Figura 21). En el primer caso la mayor reducción de la enfermedad (64,44%) se presenta a los 60 días; mientras que en el segundo caso (50%) ocurre a los 75 días; estos resultados dejan en claro que el control de estas enfermedades tiene su mejor respuesta cuando las aplicaciones se realizan preventivamente a los 50 y 60 días.

Los diferentes ensayos de campo realizados con este fungicida muestran un 8% de incremento en la producción, con respecto al testigo.

Similares respuestas se obtuvo cuando se aplicó Folicur, Silvacur y Antracol y, las mezclas de Antracol + Folicur y Antracol + Silvacur (Figuras 22 y 23), aplicados

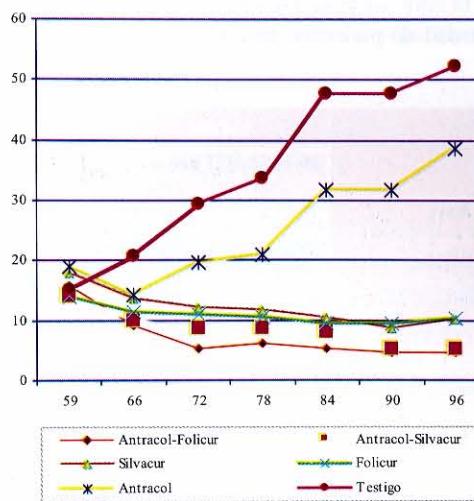


**Figura 21.** Efecto de Phyton 27 en el incremento de la severidad causada por la Pudrición de Tallos. Tumbes-Perú.



**Figura 22.** Efecto de la acción de fungicidas frente a *Nakataea sigmaoidea*, en función al porcentaje de IID bajo condiciones de campo.

tardíamente a los 60 y a los 75 días de edad de cultivo; el mayor valor promedio de reducción de la pudrición de tallos se presenta a los 84 días con Antracol + Silvacur (53,33%) y con Antracol + Folicur (68,28%). Mientras que la pudrición de vainas disminuyó 57,65% con Folicur + antracol y 54,77% con Silvacur + Antracol (Reyes, 2002).



**Figura 23.** Efecto de la acción de fungicidas frente a *Gaeumannomyces graminis* var *graminis*, en función al porcentaje de IID bajo condiciones de campo.

### 7.3 Compatibilidad de Phyton 27 y Silanki (*Trichoderma harzianum*) bajo condiciones de campo

La aplicación de la mezcla Silanki (*Trichoderma harzianum*) a la dosis de 300 g + Phyton 27 a la dosis de 350 cc/ha en el control de las pudriciones alcanzó su mayor nivel contra *R. solani*, con un porcentaje de reducción de la enfermedad de 48,76%, aplicada al fangueo y a los 45 días de edad del cultivo. En el caso de *Nakataea* la reducción fue de 43,38% (Cuadro 6). Estos resultados se ven compensados en un incremento de la producción por efecto de *Trichoderma* de 6,59% más de la producción obtenida con Phyton 27.

## 8. RESPUESTA DE SEIS VARIEDADES COMERCIALES DE ARROZ AL ATAQUE DE *Rhizoctonia* Y *Nakataea*

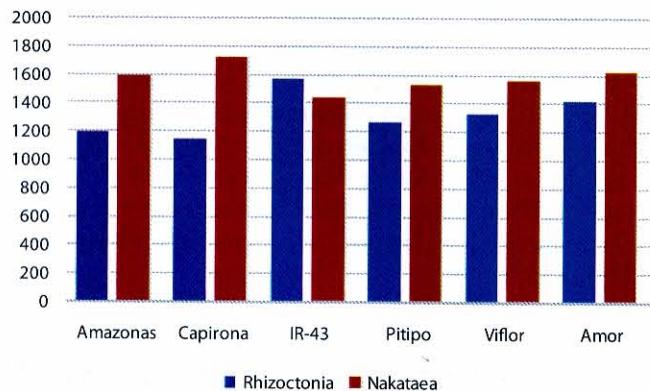
El control de la pudrición de tallos y vainas, y del Añublo de las vainas del arroz mediante el uso de resistencia genética no se ha estudiado, pero se ha observado respuestas diferentes de las variedades comerciales sembradas (Jiménez, 1979).

Cuando se evaluó la cantidad total de enfermedad formada al término de la campaña,

**Cuadro 6.** Efecto de la aplicación de Phyton 27 y Silanki (*Trichoderma harzianum*) en el porcentaje de severidad de pudrición causada por *Nakataea* y *Rhizoctonia*. Tumbes-Perú.

Tratamiento	<i>Nakataea</i>		<i>Rhizoctonia</i>	
	Severidad (%)	Reducción (%)	Severidad (%)	Reducción (%)
Phyton (50-60 días)	16,75 a	50,74	10,42 a	38,27
Phyton (60-70 días)	18,63 a	45,21	11,36 b	32,70
Phyt-Trich. (Fang. y 45 días)	19,25 a	43,38	8,65 a	48,76
Phyton-Trich. ( 60-70 días)	21,13 ab	37,85	10,63 ab	37,03
Tricho-D (Fangueo-45 días)	24,25 b	28,68	10,10 a	40,17
Testigo	34,00 c	----	16,88 c	----

en función al Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad, (ABCPE) muestra que las variedades evaluadas (Amazonas, Pitipo, Amor, Capirona, IR-43, Viflor) son más resistentes a *Rhizoctonia* que a *Nakataea*. Dentro de estas variedades Capirona, Amazonas y Pitipo son más resistentes a *Rhizoctonia*, mientras que IR-43 y Pitipo mostraron ser más resistentes a *Nakataea* (Figura 24).



**Figura 24.** Respuesta de seis variedades de arroz al ataque de *Rhizoctonia* y *Nakataea*, en función al Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE).

En cuanto a la severidad de la enfermedad, las variedades que mejor respondieron fueron Capirona con un 27,40% de Índice de Intensidad de Daño (IID) frente a *Rhizoctonia*. Frente a *Nakataea* respondió mejor la variedad IR-43 con un 30,6% de IID. La producción obtenida por cada variedad a pesar del ataque de ambos patógenos,

mostró que la variedad IR-43 tuvo una producción de 10 120 kg/ha y la variedad Pitipo alcanzó una producción de 10 080 kg/ha que fueron los mejores rendimientos obtenidos al término de la campaña.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. (1990). Plant Pathology. Academic. Press. New York. 703 p.
- Castillo, Y. (2003). Estudio preliminar de organismos antagonistas a *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* y *Nakataea sigmoidea* Hara. Hongos fitopatógenos causantes de pudriciones de vainas y tallos de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Tumbes. 64 p.
- Cedeño, L., Nass, H., Carrero. C., Cardona. R., Rodríguez. H. y Alemán, L. (1996). *Rhizoctonia solani* AG-1-IA, Causa principal del añublo de la vaina del arroz en Venezuela. Rev. Fitopatología de Venezuela 9(1):6-9.
- Centre For Overseas Pest Research (Pans). (1976). Control de Plagas del arroz. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo Uruguay. 367 p.
- Garrido, M. (2006). Etiología de la pudrición de los tallos y las vainas del arroz. Universidad Nacional de Tumbes y SERFI. SA.
- Garrido, M. (1998). Incidencia de las enfermedades del cultivo del arroz en Tumbes, durante el desarrollo del fenómeno de El Niño. En resúmenes de XV Congreso Peruano de Fitopatología, realizado en la ciudad de Pucallpa del 27 de setiembre al 02 de octubre.
- Garrido, M. (2004). Manejo de enfermedades causadas por Pudrición de Tallos y Vainas del *Oryza sativa* L. “arroz” en Tumbes, Perú. Revista de Investigación Científica Manglar. Universidad Nacional de Tumbes 2(1): 3 – 11.
- Gutiérrez, S., Mazzanati, M. y Cúndom, M. (2002). Hongos presentes en semillas de arroz del Noreste de Argentina. Revista de Fitopatología 37 (2). 153 – 163.
- Izquierdo, E. (2005). Estudio de la Población de microesclerotes de *Nakataea sigmoidea* y esclerocios de *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia oryzae* y *Rhizoctonia oryzae-sativae* del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en el departamento de Tumbes. Informe de Prácticas Profesionales para optar el grado de Bachiller. Universidad Nacional de Tumbes.
- Jiménez, A. (1979). Enfermedades del arroz en el Perú. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Dirección Regional II. Universidad Pedro Ruiz gallo. Boletín Técnico Nº 05. 26 p.
- Jin, X., Hayes, C. K., Harman, G. E. (1992). Principles in development of biological control systems employing *Trichoderma* species against soil-borne plant pathogenic fungi. In Leatham, G. F. (ed.) Symposium on Industrial Mycology, Mycological Soc. Am. Brock/Springer Series in Comtemporary Bioscience.
- López, M. (2001). Determinación del nivel económico de daños ocasionados por la pudrición de los tallos (*Nakataea sigmoidea*) y la pudrición de las vainas