

Manchado del grano de arroz: efecto de la fertilización nitrogenada

M. PINCIROLI¹, M. N. SISTERNA², R. BEZUS¹ & A. A. VIDAL¹

¹Programa Arroz; ²Centro de Investigaciones de Fitopatología (CIDEFI) – CIC.
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales / E-mail: mpincirolí@ceres.agro.unlp.edu.ar

PINCIROLI, M., M. N. SISTERNA, R. BEZUS & A. A. VIDAL. 2004. Manchado del grano de arroz: efecto de la fertilización nitrogenada. *Rev. Fac. Agron.* 105 (2): 88-96.

El "manchado del grano" de arroz o "pecky rice" causa pigmentación del grano y reducción de la germinación del mismo. Está asociado a una gama de microorganismos. Este trabajo evaluó el comportamiento de cinco cultivares de arroz a esta patología, bajo diferentes condiciones de fertilización nitrogenada. Se aisló e identificó la micoflora asociada. Se realizó un ensayo en campo en Los Hornos (Buenos Aires, Argentina) con los cinco genotipos, bajo tres niveles de nitrógeno, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se caracterizaron visualmente los síntomas, cuantificándose la incidencia de la enfermedad y el porcentaje de germinación. Con ambos parámetros se realizó un ANOVA utilizando como fuente de variación los tratamientos, los cultivares y los bloques. Se compararon las diferencias encontradas a través del test de Tukey ($p < 0,05$). Para el análisis de sanidad se utilizó el método del blotter test, realizado sobre 200 semillas por parcela. Se observó interacción fertilización x genotipo en la variable porcentaje de incidencia. El porcentaje de germinación disminuyó significativamente en la dosis mayor de nitrógeno. Las distintas especies fúngicas inhibieron en distinta proporción la germinación del grano en extremos que van desde un 100 % para *Bipolaris oryzae* (B. de Haan) Shoem. hasta un 23,2 % en el caso de *Epicoccum* sp. La presencia de hongos se incrementó con la dosis de N aplicada.

Palabras clave: micoflora, *Oryza sativa*, nitrógeno, semilla.

PINCIROLI, M., M. N. SISTERNA, R. BEZUS & A. A. VIDAL. 2004. Rice grain discoloration: effect of nitrogen fertilisation. *Rev. Fac. Agron.* 105 (2): 88-96.

Pecky or grain discoloration of rice reduced germination and caused kernel pigmentation. Several microorganisms are associated. This article evaluates the response of 5 rice genotypes under different nitrogen fertilisation. The mycoflora involved was isolated and identified. A field assay in Los Hornos (Buenos Aires, Argentina) with the 5 cultivars, under three levels of N, in a complete aleatorized design with four blocks was performed. Symptoms were characterized visually and disease incidence and germination percentage was quantified. An ANOVA test to evaluate both parameters was done using cultivars, treatments and blocks as the source of variation. Differences were compared by Tukey test ($p < 0,05$). For seed health, the blotter test was carried out using 200 seeds per plot. Interaction fertilisation x genotype was performed for incidence percentage variable. The grain germination percentage decreased significantly with the higher doses of nitrogen. It was inhibited in variable proportion by different fungi with a range between 23,2 % in the case of *Epicoccum* sp. to 100 % for *Bipolaris oryzae* (B. de Haan) Shoem. Fungal presence was higher with the N dosis applied.

Key words: mycoflora, *Oryza sativa*, nitrogen, seed.

INTRODUCCIÓN

El grano de arroz puede ser afectado en su constitución y aspecto, antes o después de la cosecha, por un complejo de microorganismos que causan deformación y/o pigmentación del mismo. Esta alteración es comúnmente llamada "manchado del grano" o "pecky rice". Puede aparecer externamente en las "cáscaras" (glumelas) o internamente en los granos, o en ambas (Ou, 1972). Los principales efectos pueden ser: a) reducción de la viabilidad (existe una alta relación inversa entre el desarrollo de hongos en la semilla y la germinación de la misma), b) enfermedades en plántula (tizón, damping off) y c) reducción de la calidad (pigmentación, deformación o reducción en el peso del grano). Muchos de los granos dañados tienen textura yesosa y se quiebran en el proceso de molienda. La presencia de cualquiera de los diversos tipos de manchas o coloración en el grano, reduce la calidad del producto y, por lo tanto, su precio. Especialmente en el proceso de parbolizado se acentúa el daño de los granos y se incrementa la intensidad del manchado (Sisterna *et al.*, 1994).

Los agentes causales de esta enfermedad varían de una región a otra (Agarwal *et al.*, 1975). Hasta el momento se conocen más de 56 especies fúngicas diferentes, pertenecientes a 30 géneros, asociadas al manchado en semilla de arroz (Duraiswamy & Mariappan, 1983; Neninger *et al.*, 2002; Ou, 1972; Roy, 1983).

En Argentina, la enfermedad ha sido descrita por Marchionatto, en el año 1943, pero el estudio en profundidad de la patología es más reciente (Gutiérrez *et al.*, 2002; Mamone & Gaetán, 1999; Sisterna *et al.*, 1994). Esto se debe a que, en los últimos años su incidencia ha ido aumentando. En estos estudios, los hongos observados con mayor frecuencia fueron: *Alternaria padwickii*, *A. longissima*, *A. sp.*, *Curvularia lunata*, *C. protuberata*, *C. pallescens*, *Bipolaris oryzae*, *Phoma sp.*, *Epiccocum*

sp., *Fusarium semitectum*, *F. equiseti*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *Microdochium oryzae*, *Nigrospora sp.*, *Cercospora oryzae*, *Cladosporium sp.*, *Phyllosticta sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Rhizopus sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus flavus* y *A. niger*.

La enfermedad está asociada a diversos factores predisponentes: climáticos (Ou, 1972), genéticos (Da S. Costa, 1991), bióticos (Bernhardt *et al.*, 1997; Douglas & Tullis, 1950) y prácticas agronómicas (Misra & Vir, 1992). Entre estas últimas, la fertilización nitrogenada juega un rol importante en la epidemiología del manchado del grano de arroz (Agarwal *et al.*, 1975; Salive & Vargas, 1985). Se registran diversos antecedentes sobre el efecto del nitrógeno en algunos organismos que parasitan granos de arroz. Agarwal *et al.* (1975) encontraron que la infección por *Alternaria padwickii* (= *Trichoconis padwickii*) se incrementaba con el aumento en las dosis de nitrógeno. Singh *et al.* (1978) observaron que el tizón de la gluma, causado por *Phyllosticta glumarum*, aumentaba con la fertilización nitrogenada.

Para este ensayo se seleccionaron genotipos que difieren en su capacidad de absorción de nitrógeno (Bezus *et al.*, 2003). Esta diferencia provocaría variaciones en la susceptibilidad frente al manchado, bajo el efecto de diferentes dosis de fertilización nitrogenada.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento diferencial de cinco genotipos de arroz al manchado del grano frente a la fertilización nitrogenada y aislar e identificar la micoflora asociada al mismo, en una zona templada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayo en campo

Se realizó un ensayo en campo en la Estación Experimental (34° 54'S, 57° 57'W), La Plata, Argentina durante la campaña 2001-2002. El suelo correspondió a un Argiudol tí-

pico con un 3,2 % de materia orgánica, 0,23 % de nitrógeno total, 11 ppm. de NO_3^- y 34 ppm de P asimilable (Bray Kurtz II).

Se sembraron cinco genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo tres niveles de fertilización, en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los genotipos utilizados fueron tres variedades y dos líneas: Cocodrie (C), El Paso 144 (EP), Don Ignacio FCA y F (DI), H 244-46-1-1 (H 244) y H 316 1-2-1-1-1 (H 316) que difieren en la capacidad de absorción del nitrógeno disponible en el suelo y en la partición del mismo en las estructuras vegetales (raíz, tallo, hojas y panoja). Los niveles de fertilización usados fueron: testigo sin nitrógeno, 70 kg de N ha⁻¹ (30% menor a la dosis normalmente utilizada) y 140 kg de N ha⁻¹ (40% mayor a la dosis utilizada). El nitrógeno se aplicó en forma de urea (46-0-0), en dos momentos del desarrollo del cultivo: mitad de la dosis en quinta hoja o primer macollo y el resto en diferenciación de la panoja (V5 y R0 respectivamente, Counce *et al.*, 2000). La siembra se realizó con una densidad de 400 semillas m⁻², a 20 cm entre hileras, en parcelas de 1,4 m x 5 m. Se aplicó 3, 4-dicloro propionalidina para el control de malezas y se condujo bajo inundación. Se determinó la fecha de panojamiento de los

genotipos (considerando panojamiento cuando el 50% de las panojas de la parcela se encuentran emergidas). Los datos meteorológicos fueron registrados en la Estación Experimental mediante un equipo automático programable Equidata RD III con seis sensores PT 100 de 0,1°C de sensibilidad (Tabla 1).

Determinaciones de laboratorio

El material proveniente de cada parcela se cosechó y trilló. A partir de una muestra de 200 granos con cáscara por parcela se realizaron distintas evaluaciones: caracterización visual de los síntomas presentes en las glumelas; cuantificación de la incidencia de la enfermedad (% de grano manchado) y del % de germinación. Para analizar el % de incidencia y germinación, se realizó un análisis de la varianza (Anova) previa transformación de los datos mediante la función arcoseno $\sqrt{x}/100$ (Pimentel Gómez, 1984). En los factores que resultaron significativos, las diferencias se compararon aplicando el test de Tukey. Por otra parte, se realizó un análisis de correlación entre incidencia y % de germinación.

Análisis de sanidad de las semillas

Se utilizó la técnica de "blotter test" según las normas impartidas por ISTA (International

Tabla 1. *Temperatura, precipitaciones y humedad relativa de los meses de febrero, marzo y abril de 2002 registrada en la Estación Experimental (La Plata, 34° 54' S, 57° 57' W).*

Temperature, rainfall and relative humidity during february, march and april of 2002 registered at Experimental Station (La Plata, 34° 54' S, 57° 57' W).

	febrero	marzo	abril
Temperatura Media mensual (°C)	20,8	20,1	15,4
Temperatura Normal del mes (°C)	23,1	20,9	16,1
Precipitaciones (mm)	101,7	327,8	118,7
Promedio histórico de precipitaciones (mm). Serie: 1961-1990.	105,0	108,9	84,4
Humedad Relativa (%)	86,0	94,0	92,0

Seed Testing Association) (Neergard, 1974) con una leve modificación: se incubaron 3 días en estufa a $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ (para favorecer la germinación). Luego se llevaron 5 días a cámara de cría: $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 75% de humedad relativa y alternancia de 12 horas de luz con luz cercana a la ultravioleta y 12 horas de oscuridad.

Utilizando granos con cáscara, se realizaron 4 repeticiones de 100 granos cada una para cada uno de los genotipos y de los tratamientos. A los 8 días se evaluó el % de germinación, % de semillas contaminadas y % de semillas contaminadas no germinadas. Se realizó un ANOVA con los valores de % de germinación previa conversión a la función arco seno, utilizando como fuente de variación los tratamientos y los genotipos. A partir de las semillas se practicaron aislamientos directos de las estructuras fúngicas (micelio y conidios) en agar papa glucosado (APG), incubándose en estufa a $26 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

RESULTADOS

Análisis visual

La observación de los síntomas de la enfermedad permitió caracterizar 3 tipos de manchas (Figura 1): a) manchas circulares y pequeñas semejantes a puntuaciones o picaduras de insectos, b) manchas grandes, oblon-

gas con el centro grisáceo y c) mancha que cubre casi la totalidad del pericarpio. Los distintos genotipos presentan predominio de un tipo de mancha.

Porcentaje de incidencia

El porcentaje de incidencia se vio afectado, tanto por las dosis de fertilizante y los genotipos, como por la interacción entre ambos factores. De este modo, la discusión se concentró en el análisis de las interacciones.

Analizando el comportamiento de cada genotipo para las distintas dosis de fertilizante no se observaron diferencias significativas en los genotipos C, DI y H 316 (Tabla 2). Los dos primeros presentaron valores muy bajos de incidencia (menores al 5%). Mientras que en H 244 y EP, el porcentaje de incidencia se incrementó significativamente al aumentar las dosis de nitrógeno.

Cuando se analizó, para una misma dosis, el comportamiento que presentaron los distintos genotipos estudiados, se vio que los genotipos C y DI no presentaron diferencias significativas para ninguna de las dosis aplicadas, diferenciándose del resto de los genotipos. Para las dosis de 0 y 70 Kg N.ha⁻¹, los genotipos H 316, H 244 y EP no presentaron diferencias significativas entre sí, mientras que para la dosis mayor (140 Kg N.ha⁻¹), los tres se diferenciaron.



Figura 1. Síntomas de manchado en granos de arroz.

Discoloration symptoms in rice grains.

Tabla 2. Análisis de la interacción fertilización x genotipo para la variable % de incidencia del manchado en granos de arroz.

Analysis of interaction fertilisation x genotype for percentage incidence variable of rice grain discoloration.

Genotipos	Dosis de Fertilizante kg N.ha ⁻¹		
	0	70	140
C	3,32 A a	2,37 A a	3,62 A a
DI	2,25 A a	4,58 A a	4,00 A a
H 316	9,57 B a	15,37 B a	14,87 B a
H 244	9,35 B a	14,00 B b	21,87 C c
EP	9,41 B a	18,37 B b	29,62 D c

Para el análisis los datos fueron transformados $\arcseno\sqrt{x}/100$. Medias seguidas por las mismas letras, minúsculas en filas y mayúsculas en columnas, no difieren para el test de Tukey ($p < 0,05$).

Data transformed $\arcseno\sqrt{x}/100$. Means followed by the same letter, small in rows and capital in columns, do not differ statistically according to Tukey test ($p < 0,05$)

Porcentaje de germinación

Este parámetro fue cuantificado ya que, dentro de los efectos perjudiciales del manchado del grano, se encuentra la reducción de la germinación.

Se observó correlación negativa y significativa ($p < 0,05$) entre el % de incidencia y el % de germinación de las semillas ($r = -0,2789$; $p = 0,0392$).

El porcentaje de germinación se vio afectado, tanto por la dosis de fertilizante, como por los genotipos; no registrándose interacción significativa entre ambos factores.

La fertilización nitrogenada disminuyó el % de germinación para la dosis mayor de fertilizante (140 kg de N ha⁻¹). Los genotipos C y EP presentaron valores mayores de % de germinación, DI valores intermedios, mientras que las líneas H 316 y H 244 los valores más bajos (Tabla 3).

Análisis de sanidad de semillas

Los hongos encontrados mediante el análisis de sanidad de semillas, según su frecuencia de aparición y en orden decreciente, fueron los siguientes: *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler; *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn; *Epicoccum* sp.; *Fusarium graminearum* Schwabe; *Bipolaris* sp.; *Fusa-*

rium sp. y *Bipolaris oryzae* (B. de Haan) Shoem. (Tabla 4).

Tabla 3. Efecto de las diferentes dosis de fertilización nitrogenada y los genotipos sobre el porcentaje de germinación de granos de arroz.

Effect of different nitrogen doses and genotypes on germination percentage of rice grains.

Factores	% de germinación
dosis de fertilizante (kg N ha ⁻¹)	
0	93,4 a
70	93,1 a
140	90,2 b
Genotipos	
C	96,8 a
EP	93,9 a
DI	92,1 a b
H 316	89,3 b c
H 244	89,2 c

Para el análisis los datos fueron transformados $\arcseno\sqrt{x}/100$. Medias seguidas por letras iguales dentro de cada factor no difieren para el test de Tukey ($p > 0,05$).

Data transformed $\arcseno\sqrt{x}/100$. Means followed by the same letter do not differ statistically according to Tukey test ($p > 0,05$).

Tabla 4. Presencia de especies fúngicas encontradas en los cinco genotipos de arroz, expresada en porcentaje de germinación de las semillas contaminadas.

Presence of fungi species and contaminated seed germination found in the five rice genotypes expressed in percentage.

G	DF	<i>Alternaria alternata</i>		<i>Curvularia Lunata</i>		<i>Epicoccum sp</i>		<i>Fusarium graminearum</i>		<i>Bipolaris sp</i>		<i>Fusarium sp</i>		<i>Bipolaris oryzae</i>	
		sc	scng	sc	scng	sc	scng	sc	scng	sc	scng	sc	scng	sc	scng
EP	0	0,00	0,00	1,00	0,75	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	70	0,75	0,50	1,75	1,50	0,25	0,00	2,00	1,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,75	0,75
	140	1,75	0,50	0,50	0,25	1,75	0,00	1,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
H 244	0	4,00	0,75	0,75	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	70	4,25	1,25	1,50	1,25	0,75	0,25	0,50	0,50	0,50	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
	140	10,00	3,00	1,50	1,25	2,50	1,75	3,00	1,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
H 316	0	1,50	0,00	0,50	0,25	0,00	0,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
	70	2,75	1,00	1,00	0,50	2,50	0,00	1,00	1,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25
	140	1,25	0,25	1,50	1,00	2,25	0,00	2,00	1,75	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
C	0	0,50	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
	70	1,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	140	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DI	0	1,00	0,50	0,25	0,25	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	70	1,75	1,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,25	0,00	0,00
	140	1,50	1,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total		33,00	10,50	11,5	8,50	10,75	2,50	10,25	6,00	3,00	1,00	1,25	1,25	1,25	1,25
RG		31,80		74,00		23,2		58,50		33,30		100,00		100,00	

G: genotipos; DF: dosis de fertilizante; sc: semillas contaminadas; scng: semillas contaminadas no germinadas; RG: reducción de la germinación en cada especie.

G: genotypes; DF: fertilisation doses; sc: contaminated seeds; scng: contaminated seeds no germinated; RG: specie's reduction of germination.

A. alternata fue el hongo que presentó mayores valores de infección, con una tercera parte de semillas contaminadas que no germinaron. La línea H 244 fue la más afectada por esta especie. *C. lunata* apareció, en todos los genotipos y produjo una disminución de la germinación en un 74 %. *Epicoccum sp.* disminuyó en un 23,2 % la germinación. Presentó valores importantes en los genotipos H 244 y H 316, en los tratamientos con fertilización nitrogenada. Generalmente apareció acompañado por otros organismos. *F. graminearum* afectó en un 58,5 % la germinación. Además, se registraron otras especies de este género

con menor frecuencia, inhibiendo la germinación en su totalidad. *Bipolaris oryzae* sólo se observó en los tratamientos con fertilización nitrogenada e inhibió en un 100 % la germinación de las semillas. Las restantes especies de *Bipolaris* afectaron en un 33,3 % la germinación.

Para los cinco genotipos, el % de contaminación de las semillas aumentó con el nivel de nitrógeno: 12,5 % para 0 kg N ha⁻¹; 25,5 % para 70 y 33 % para la dosis 140.

El % de contaminación en cada genotipo en orden decreciente fue el siguiente: H 244 (31 %), H 316 (18 %), EP (12,75 %), DI (5,5 %) y C (3,75 %).

DISCUSIÓN

El manchado del grano es una enfermedad compleja que podría deberse a la interacción del daño causado por diversos insectos como la "chinche hedionda del arroz" (*Oebalus pugnax* (F.) (Douglas & Tullis, 1950), seguido de la infección de otros organismos, como hongos y bacterias (Benrhardt *et al.*, 1997; Prakash & Rao, 2000).

La nutrición de la planta, ha sido siempre un componente primario en el control de enfermedades (Huber, 1993). Es ella quien determina, en gran parte, su resistencia o susceptibilidad a enfermedades, ya que afecta las estructuras o propiedades histológicas o morfológicas que aceleran y/o retardan la patogénesis o la virulencia y habilidad de los patógenos para sobrevivir (Huber, 1980). Un factor de predisposición importante, parece ser un exceso en el nitrógeno soluble en las estructuras vegetales.

Los genotipos seleccionados difieren en la capacidad de absorción de nitrógeno del suelo y en la partición del mismo en las estructuras vegetales (Bezus *et al.*, 2003). En nuestro ensayo, la fertilización nitrogenada incrementó la incidencia de la enfermedad en los genotipos EP y H 244, efecto que fuera ya citado por otros autores (Salive & Vargas, 1985; Misra & Vir, 1992). La respuesta de estos dos cultivares podría explicarse por su diferente capacidad de asimilación de nitrógeno. No ocurre lo mismo en el genotipo H 316 que ya posee un alto contenido de nitrógeno genético. Este genotipo presenta un 13 % de proteína en grano (Pinciroli *et al.*, 2003), superior en un 33,4 % a EP (Bezus *et al.*, 2002).

Ciertas condiciones climáticas favorecen la aparición del manchado. De la observación de los datos climáticos, se destacan especialmente las altas precipitaciones y humedad relativa registradas en el mes de marzo (Tabla 1). Este mes coincide con el período en el que el grano es más susceptible a infeccio-

nes fúngicas por no haber completado aún la madurez (R6) (Counce *et al.*, 2000). Estos datos podrían relacionarse con las fechas de panojamiento. Los genotipos C, DI y H 316 panojaron entre el 12 y el 16 del mes de febrero mientras EP y H 244 lo hicieron más tarde (26/02/02). C y DI podrían haber escapado a las altas precipitaciones del mes de marzo antes mencionadas, por ser más precoces. La línea H 316 presentó, a pesar de su precocidad, alta infección probablemente por el alto contenido de nitrógeno en grano.

De la observación visual se evidenció el predominio de un tipo de mancha sobre otros en los genotipos infectados. El genotipo EP presentó manchas de tipo "a": pequeñas y abundantes puntuaciones que no tuvieron efecto sobre el % de germinación; H 316 presentó manchas de tipo "c" cubriendo casi la totalidad de las glumelas y en H 244 se observaron tanto las "a" como las "b". La presencia de los tipos "b" y "c", en estas dos líneas, podrían estar asociadas a los bajos valores de germinación que presentaron.

En cuanto a las especies aparecidas en el análisis de sanidad, *A. alternata* representa el organismo con mayor porcentaje de contaminación, posiblemente debido a las condiciones predisponentes y a la presencia de inóculo en los cultivos de trigo próximos, donde este patógeno es asociado estrechamente al "escudete del grano". El género *Alternaria* presenta varias especies parasitando semillas de arroz (Ou, 1972; Neninger *et al.*, 2002;). En nuestro país, Marchionatto (1943) cita una especie de este género como responsable del "emblanquecimiento" de las espiguillas de arroz. Gutiérrez (2002) registra *A. padwickii*, *A. longissima* y *A. sp.*, para las zonas de cultivo con temperaturas más elevadas.

C. lunata es la especie de este género más comúnmente aislada, si bien hay otros representantes que también se hallan presentes en el complejo fúngico que produce el manchado del grano (Benoit & Mathur, 1970; Ou, 1972, Jayaweera *et al.*, 1988). En nuestro país se

han citado además a *C. pallescens* (Marchionatto, 1943; Winter *et al.*, 1974; Gutiérrez, 2002) y *C. protuberata* (Sisterna & Dal Bello, 1998). Según los resultados de nuestros ensayos, *C. lunata* fue la especie de este género más encontrada, en coincidencia con otros autores que la consideran la principal causa del "black kernel" (Martin & Alstalt, 1940; Da S. Costa, 1991; Sisterna *et al.*, 1994).

En el cultivo de arroz, las especies de *Epicoccum* están citadas produciendo la llamada "mancha roja del grano" (Ou, 1972). Si bien no son considerados parásitos virulentos, su presencia es frecuente y constante en el complejo fúngico causante del manchado en nuestro país (Winter *et al.*, 1974; Sisterna *et al.*, 1994; Gutiérrez, 2002).

Tanto *F. graminearum* como las demás especies de este género, tuvieron una importante presencia, en concordancia con lo encontrado por Sisterna *et al.* (1994), inhibiendo la germinación. Estos organismos infectan las semillas en el período de floración y, en menor medida, en el estado lechoso del grano o posteriormente.

B. oryzae es el agente causal de la "mancha parda del arroz" y organismo integrante del complejo fúngico del manchado. A pesar de que esta especie fue encontrada como principal agente patógeno en granos de arroz en distintos países (Schroeder, 1964; Salive & Vargas, 1985; Rodríguez *et al.*, 1988; Malavolta & Bedendo, 1999.), en nuestros ensayos fue aislada, pero su incidencia no fue tan relevante, coincidiendo con lo encontrado por otros investigadores para nuestro país (Winter *et al.*, 1974; Sisterna *et al.*, 1994; Gutiérrez, 2002). Esto puede ser debido principalmente a diferencias en las condiciones ambientales en la zona donde se condujo el ensayo, que no serían las más favorables para la aparición del hongo (Chakrabarti, 2001). Sin embargo, hay que destacar que este patógeno inhibe la germinación en su totalidad, siendo además una importante fuente de inóculo, que disminuye la emergencia de plántulas y

trasmite la enfermedad en el cultivo. Este patógeno se presentó en los tratamientos con fertilización nitrogenada, en concordancia con lo encontrado por Tilak (1967).

CONCLUSIONES

Del análisis del presente patosistema surge una coincidente relación entre presencia del manchado del grano, su nivel de contaminación por patógenos y la fertilización nitrogenada. Ante esta observación y debido a los escasos antecedentes publicados sobre el tema, resultaría de sumo interés profundizar en el estudio de las interacciones entre nutrición-planta-patógeno, para llegar a comprender las mecanismos involucrados.

Los genotipos responden en forma diferente al manchado del grano, enfermedad de etiología compleja que exigiría distintos requerimientos para alcanzar sus condición óptima de infección y desarrollo a nivel nutricional y climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Agarwal, V. K., O. V. Singh & S. C. Modgal. 1975. Influence of different doses of nitrogen and spacing on seed-borne infection of rice. *Indian Phytopathology* 28: 38-40.
- Benoit, M. A. & S. B. Mathur. 1970. Identification of species of *Curvularia* on rice seed. Contributions from the Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries, N° 6. Denmark. pp. 1-23.
- Bernhardt, J. L., K. A. K. Moldenhauer & K. A. Gravois. 1997. Screening rice lines for susceptibility to discolored kernels. En: Rice Research Studies 1996. Arkansas Agriculture Experiment Station, University of Arkansas, R.J. Norman and T.H. Johnston (eds.) B. R. Wells Rice Research Series 1996. pp. 67-73.
- Bezus, R., M. Pinciroli & A. A. Vidal. 2002. Comportamiento de un genotipo de arroz mejorado en su contenido proteico frente a distintos ambientes. XXXI Congreso Argentino de Genética, La Plata, Argentina. pp.105
- Bezus, R., A. A. Vidal & M. Pinciroli. 2003. Rendimiento, tipo de planta y eficiencia de uso de

- N en genotipos de arroz. III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado - XXV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Camboriú, Brasil. pp. 270-272.
- Chakrabarti, N. K.** 2001. Epidemiology and disease management of brown spot of rice in India. En: Major fungal diseases of rice. Recent advances. Sreenivasaprasad, S. And Johnson, R. (eds.) Kluwer Academic Publisher. pp. 293-306.
- Counce, P. A., T. C. Keisling & A. J. Mitchell.** 2000. A uniform objective, and adaptative system for expressing rice development. *Crop Science* 40: 136-443.
- Da S. Costa, J. L.** 1991. *Alternaria padwickii* e *Curvularia lunata*: patogenicidade e transmissão por sementes de arroz irrigado. *Fitopatologia Brasileira* 16 : 15-18.
- Douglas, W. A. & E. C. Tullis.** 1950. Insects and fungi as causes of pecky rice. U.S. Department of Agricultural Technical Bulletin 1015. 1-20 pp.
- Duraiswamy, V. S. & V. Mariappan.** 1983. Rice grain discoloration. *International Rice Research Newsletter* 8(3): 9.
- Gutiérrez, S.A.** 2002. Micoflora asociada a granos manchados de arroz. XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. pp. 29.
- Huber, D. M.** 1980. The role of mineral nutrition in defense. En: *Plant Disease, An Advance Treatise*, Horsfall, J.G. and E.B Crowling (eds.), Academic Press. pp. 381-406
- Huber, D.M.** 1993. Soil plant pathogens: management of diseases with macro and microelements. APS Press. Manizal, Colombia, pp. 1-8.
- Jayaweera, K. P., R. L. Wijesundera & S. A. Medis.** 1988. Seed borne fungi of *Oryza sativa*. *Indian Phytopathology* 41(3): 355-358.
- Malavolta, V. M. A. & I. P. Bedendo.** 1999. Resistance of rice genotipos to rice grain discoloration caused by *Bipolaris oryzae*, *Microdochium oryzae* and *Phoma sorghina*. *Summa Phytopathologica* 25: 313-318.
- Mamone, C. & S. Gaetán.** 1999. Patógenos asociados a la semilla de arroz. X Jornadas Fitosanitarias Argentinas, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina. 26 pp.
- Marchionatto, J. B.** 1943. El "manchado" de los granos de arroz y los hongos que lo acompañan. *Revista Argentina de Agronomía* 10 (2): 114-116.
- Martin, A. L. & G. E. Alstalt.** 1940. Black kernel and white tip of rice. *Texas Agricultural Experiment Station Bulletin* 584. pp 1-14.
- Misra, A. K. & D. Vir.** 1992. Effect of different agronomic practices on the incidence of seed discoloration in paddy. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology* 22 : 44-48.
- Neergaard, P.** 1974. Report of the Fourth Regional Workshop on Seed Pathology for Developing Countries. Institute of Seed Pathology for Developing Countries, Denmark. pp. 1-22.
- Neninger, H., L. M. Barrios & E. I. Hidalgo.** 2002. Micobiota asociada y patogénica presente en semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) nacional e importada en Cuba. *Phytopathology* 92 (6): S128 (Abstracts).
- Ou, S. H.** 1972. *Rice Diseases*. CAB International Mycological Institute Kew, Surrey, England, 368 pp.
- Pimentel Gómez, F.** 1984. *A Estadística Moderna Pesquisa Agropecuária*. Piracicaba: POTAFOS, 160 pp.
- Pinciroli, M., E. N. Martínez, R. Bezus, M. C. Añón.** 2003. Caracterización proteica de un nuevo genotipo de arroz. IV Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos, Valparaíso, Chile, pp.186.
- Prakash, A. & J. Rao.** 2000. Interaction of earhead bug, *Leptocortisa acuta* Thunb. and certain pathogenic fungi on deterioration in rice grain quality. *Entomology* 25 (1): 55-60.
- Rodríguez, H., H. Nass & L. Alemán.** 1988. Incidencia y control del manchado del grano de arroz. *Fitopatología Venezolana* 1: 5-7.
- Roy, A. K.** 1983. Rice grain discoloration in Assam, India. *International Rice Research Newsletter* 8: 10.
- Salive Rengifo, A. & J. P. Vargas.** 1985. Manchado del grano de arroz. *Revista "Arroz"* 34: 9-17, Bogotá, Colombia.
- Schroeder, H. W.** 1964. Grain discoloration in Belle Patna rice. *Plant Disease Reporter* 48 (4): 288-291.
- Singh, B. M., G. S. Saharan, K. R. Shyam & A. K. Sood.** 1978. Factors affecting severity of glume blight in different cultivars of rice in Himachal Pradesh. *Indian Phytopathology* 31: 419-423.
- Sisterna, M. N., G. A. Lori & J. J. Marassi.** 1994. Sintomatología y hongos asociados al manchado del grano de arroz en el genotipo Irga 409. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 70: 13-21.
- Sisterna, M. N. & G. M. Dal Bello.** 1998. *Curvularia protuberata*, a new seed borne pathogen of rice. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 33: 111-114.
- Tilak, K. V. B. R.** 1967. Studies on the incidence of *Helminthosporium* disease (*Helminthosporium oryzae*) on upland rice (*Oryza sativa* L.) under varying levels of fertilization and date of seedling. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 74: 540-545.
- Winter, W. E., S. B. Mathur & P. Neergaard.** 1974. Seed borne organisms of Argentina: a survey. *Contributions from the Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries*, N° 33. Copenhagen, Denmark. pp. 507-511