

# EFFECTO DE LA FERTILIZACION N-P-K EN LA SEVERIDAD DE PUDRICION DEL TALLO (*Sclerotium hydrophilum* Sacc.) EN ARROZ<sup>1</sup>

## Effect of N-P-K fertilization on severity of "stem rot" (*Sclerotium hydrophilum* Sacc.) in rice

Rodrigo Ortega B.<sup>2</sup>, Roberto Alvarado A.<sup>2</sup> y Ciro Belmar N.<sup>2</sup>

### SUMMARY

In a Vertisol soil, where severe damage had been caused by the disease known as pudrición del tallo ("stem rot") a trial was carried out during the 1989/90 crop season. The objectives were to evaluate the effect of different combination levels of N-P-K, in the yield and other agronomic characteristics of the rice and in the severity of the disease. A factorial experimental design was used in a randomized complete block.

Natural infestation of "stem rot" caused a decrease in the growth and yield of rice. Potash fertilization increased the yield, dry matter production and K content of rice tissues and produced a drastic decrease in "stem rot" severity. N and P fertilization did not influence the disease severity, although high N content in the rice tissues, associated with high levels of N fertilization and K deficiency, could increase rice susceptibility to "stem rot". P fertilization increased the rice yield and dry matter production. The effect of N fertilization was observed only in presence of K fertilization. In soils infested with "stem rot", a balanced N-P-K fertilization will be the recommended practice.

**Key words:** rice, stem rot, fertilization, nitrogen, phosphorus, potassium.

### INTRODUCCION

Durante la temporada 1983/84, se detectó en Chile la presencia de *Sclerotium hydrophilum* Sacc., como causante de la enfermedad denominada "pudrición del tallo", en arroz (France y Alvarado, 1985a). Los síntomas de esta enfermedad, se inician con pequeñas manchas ovaladas (aproximadamente 1 cm de diámetro), de color café oscuro, ubicadas preferentemente en los entrenudos del tallo. Grados más avanzados muestran la formación de esclerocios en el tallo y finalmente la pudrición del mismo, en toda la zona bajo el agua, adquiriendo una coloración oscura, produciéndose tendedad de las plantas y un defectuoso llenado de granos (France y Alvarado, 1985a; France, 1989). Dado que este hongo es considerado un patógeno débil, la aparición de la enfermedad y el grado de virulencia que alcance, depende, principalmente, de la concentración de inóculo presente en el suelo y el grado

de estrés a que esté sometida la planta, además de la existencia de algunos factores predisponentes, como excesos de nitrógeno o deficiencias de potasio, los cuales aumentarían la susceptibilidad de las plantas (France, 1989). Este patógeno se encuentra disperso a través de toda el área arrocerá (VI a VIII regiones) (France y Alvarado, 1985a y b), causando daños variables. Los focos más severos se presentan en suelos altamente degradados, producto del "monocultivo" de arroz existente en el área. Estos presentan muy bajos contenidos de fósforo y bajos contenidos de nitrógeno y potasio (Klee y Sepúlveda, 1989). Así, además de la tradicional respuesta del cultivo de arroz al nitrógeno (Rojas y Alvarado, 1982), se ha encontrado una elevada respuesta a la fertilización fosfatada (Ortega, 1989). En relación al potasio, a pesar de los bajos contenidos de este elemento en el suelo, no se ha determinado una respuesta clara a su aplicación (Ortega, 1990).

<sup>1</sup>Recepción de originales: 29 de mayo de 1991. Trabajo presentado al XLI Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile (SACH), Santiago, Chile, 8 al 11 de octubre de 1990.

<sup>2</sup>Estación Experimental Quillamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

Respecto al efecto de la nutrición sobre la susceptibilidad a enfermedades, es conocido que una adecuada nutrición, especialmente potásica, aumenta la resistencia de las plantas de arroz a ciertas enfermedades fúngicas (De Datta, 1981).

Por otra parte, un exceso de nitrógeno, asociado a deficiencias de potasio, aumentan la succulencia de los tallos de las plantas, haciéndolas más susceptibles al acamado y a enfermedades fungosas (Tisdale, Nelson y Beaton, 1985).

En relación al efecto de la fertilización sobre la severidad de pudrición del tallo, todos los antecedentes disponibles se refieren a *Sclerotium orizae* Catt. Keim y Webster (1974), encontraron que altos contenidos de N en los tejidos, asociados a elevadas dosis de N, incrementaron la severidad de pudrición del tallo. Por su parte, Baruah y Saikia (1989), señalan que la aplicación de potasio solo y en combinación con nitrógeno y/o fósforo, produjo una disminución significativa de la infección por *Sclerotium orizae*, mientras que el N y P no tuvieron efecto sobre ella. Sin embargo, Sharma y Merhotra (1986), encontraron que la aplicación de N de pre-plantación, más una aplicación al estado de bota, produjo una disminución en la incidencia de pudrición del tallo.

El presente estudio tuvo como objetivos:

- cuantificar el efecto de la fertilización N-P-K, en el rendimiento y otras características agronómicas del arroz, en un suelo infestado con *Sclerotium hydrophilum* Sacc, causante de la pudrición del tallo;
- relacionar el daño producido por esta enfermedad con los parámetros evaluados.

### MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó durante la temporada 1989/90, en un suelo Vertisol intensamente monocultivado con arroz y que en temporadas anteriores había presentado fuertes ataques de pudrición del tallo.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones, en un arreglo factorial de 3 dosis de nitrógeno (0, 120 y 240 kg N ha<sup>-1</sup>), 2 dosis de fósforo (0 y 52 kg P ha<sup>-1</sup>) y 2 dosis de potasio (0 y 100 kg K ha<sup>-1</sup>). El nitrógeno se aplicó en dos parcialidades, iguales a siembra y macolla, a la forma de urea (45% N), en tanto que el fósforo y el potasio se aplicaron en su totalidad a la siembra, a la forma de superfosfato triple (20% P) y muriato de potasio (50% K), respectivamente. Las dosis correspondientes a la siembra, fueron incorporadas al suelo seco utilizando un arado rotativo, el 6 de noviembre, procediendo a inundar inmediatamente después de su aplicación. La siembra se realizó sobre la lámina de agua el 13 de noviembre, utilizando semilla pre-germinada de la variedad Oro, en dosis de 160 kg ha<sup>-1</sup>.

Para el control de malezas se utilizó Londax 60 DF (bensulfurón metil) y Ordram 10-G (molinate), en dosis de 60 g i.a. ha<sup>-1</sup> y 4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

De cada parcela de 15 m<sup>2</sup>, se cosechó una superficie de 4 m<sup>2</sup>, para la evaluación de rendimiento, el 16 de marzo. Además, se colectó un total de 20 panículas para la determinación de la humedad del grano y se cosechó a ras del suelo, 0,25 m<sup>2</sup>, para la determinación de algunos componentes de rendimiento, de la producción de materia seca y de la composición química de la misma.

Para estimar la severidad de pudrición del tallo, se utilizó una escala arbitraria (Roberto Alvarado A., INIA, no publicado) (Cuadro 1).

**CUADRO 1. Escala de severidad para pudrición del tallo**

**TABLE 1. Scale of severity of stem rot**

Nota	Descripción
1	sin daño
3	manchas en la vaina, planta verde normal
5	manchas en la vaina, hojas basales secas
7	manchas en la vaina, hojas basales y superiores secas
9	plantas secas, completamente tendidas

Los datos fueron analizados a través de análisis de variancia y diferencia mínima significativa (D.M.S), con una probabilidad del 5%. Además, se efectuaron análisis de correlación entre la severidad de pudrición del tallo y las distintas variables evaluadas.

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### Estado nutricional del suelo

El suelo presentaba un bajo contenido de nitrógeno, producto de los bajos valores de nitrógeno de incubación, parcialmente anaeróbica, y valores muy bajos de fósforo y potasio; su contenido de materia orgánica era bajo y su pH, moderadamente ácido (Cuadro 2). Estas características son coincidentes con la mayoría de los suelos arroceros (Klee y Sepúlveda, 1989), sin embargo, el nivel de potasio se encuentra en un nivel más deficiente que lo habitual.

**CUADRO 2. Análisis químico de suelo (0-20 cm). Parral, 1989**

**TABLE 2. Chemical analysis of the soil (0-20 cm). Parral, Chile, 1989**

Análisis <sup>1</sup>	Repeticiones			Promedio	Categoría
	I	II	III		
N (ppm)	46	45	24	38	bajo
P (ppm)	2	1	2	2	muy bajo
K (ppm)	8	17	2	9	muy bajo
m.o. (%)	2,8	2,1	1,9	2,3	baja
pH (1:2,5)	5,9	5,9	5,9	5,9	mod. ácido

<sup>1</sup>Sadzawka, 1990.

**Severidad de pudrición del tallo**

La aplicación de potasio causó una disminución en la severidad de la enfermedad, reduciéndola desde una nota 9 hasta una nota 3, la cual describe plantas sólo con síntomas de manchado en la vaina. Por otra parte, las aplicaciones de nitrógeno y fósforo no afectaron el grado de la enfermedad, la cual se mantuvo, en promedio, entre 5 y 7 (Figura 1). Este resultado es coincidente con lo observado por Baruah y Saikia (1989), sobre *Sclerotium orizae*, y confirma lo señalado por France (1989), en el sentido que deficiencias de potasio aumentarían la susceptibilidad de las plantas al ataque de pudrición del tallo.

Algunos estudios indican un efecto del cloro en el control de ciertas enfermedades (Tisdale, Nelson y Beaton, 1985). Sin embargo, en este caso, a pesar de que como fuente potásica se utilizó muriato de potasio (KCl), el efecto del cloro estaría descartado, puesto que en un estudio paralelo se aplicó sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), con efectos similares (Ortega, 1991).

**Rendimiento y componentes de rendimiento**

Cuando se aplicó nitrógeno en ausencia de potasio, el rendimiento de grano se mantuvo en un bajo nivel (30 a 35 qm ha<sup>-1</sup>). Sin embargo, se observó una respuesta lineal a este elemento con la aplicación de potasio (Figura 2). La expresión promedio del nitrógeno, se debió a un mayor número de panículas m<sup>-2</sup>, ya que su aplicación produjo una disminución del peso del grano. Esta disminución pudo deberse al efecto de la enfermedad, la cual sería más severa con excesos de nitrógeno (France, 1989), pues, en general, la aplicación de nitrógeno tiende a incrementar el peso del grano (De Datta, 1981).

El potasio incrementó los rendimientos, aún en ausencia de nitrógeno. Este incremento fue mayor con el aumento de la dosis de nitrógeno (Figura 2). Este importante efecto en el rendimiento se debió principalmente al aumento del peso del grano, producto del menor daño por pudrición del tallo,

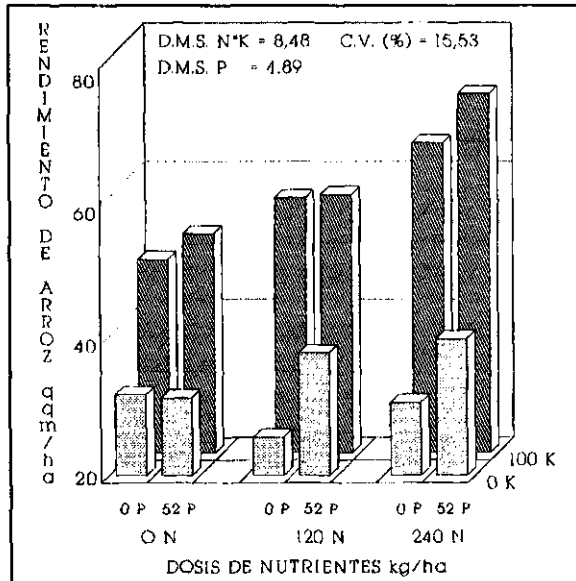
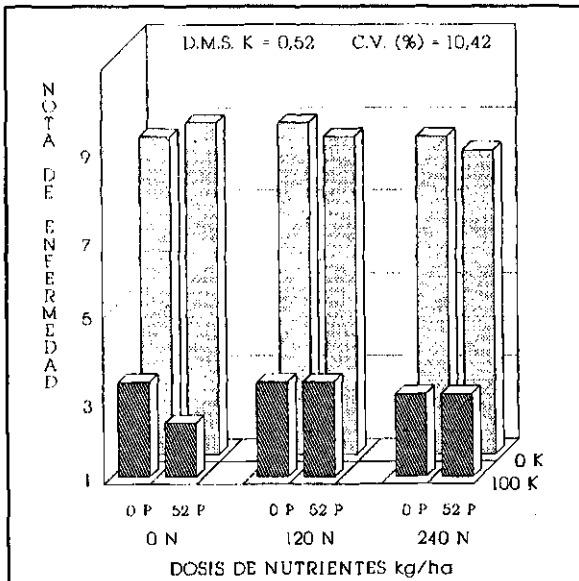


FIGURA 1. Efecto de la fertilización N-P-K en la severidad de pudrición del tallo.

FIGURA 2. Efecto de la fertilización N-P-K en el rendimiento de arroz paddy.

FIGURE 1. Effect of N-P-K fertilization on stem rot severity.

FIGURE 2. Effect of N-P-K fertilization on paddy rice yield.

desde un nivel anormal (2,5 g 100 granos<sup>-1</sup>) hasta niveles cercanos a la normalidad (3,1 g 100 granos<sup>-1</sup>) (Grau, Alvarado y Cisternas, 1989).

Por su parte, la aplicación de fósforo, en promedio, incrementó el rendimiento de grano (Figura 2), coincidiendo con las respuestas a este elemento, obtenidas en suelos altamente degradados (Ortega, 1989). Este incremento se debió principalmente a un mayor peso del grano, pues el número de panículas m<sup>-2</sup> permaneció prácticamente constante.

**Humedad del grano**

La humedad de grano se incrementó con la aplicación de 240 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 3). Este incremento pudo deberse al atraso vegetativo causado por excesos de este elemento (De Datta, 1981), o bien a un defectuoso llenado de grano producto del ataque de pudrición del tallo, presentándose éste más acuoso, debido a su incompleto desarrollo. Sin embargo, algunas determinaciones a nivel de campo, en plantas afectadas por esta enfermedad, han mostrado un grano más seco (France y Alvarado, 1985b).

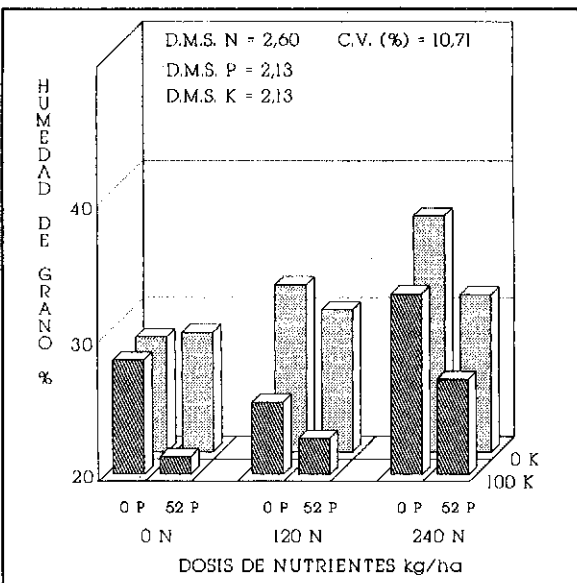


FIGURA 3. Efecto de la fertilización N-P-K en la humedad de grano de arroz paddy.

FIGURE 3. Effect of N-P-K fertilization on moisture content of paddy rice grain.

Por otra parte, las aplicaciones de fósforo y potasio redujeron la humedad del grano (Figura 3). Esta disminución se debería a que la aplicación de ambos

elementos aceleran la madurez respecto a plantas deficientes (Ortega, 1989; De Datta, 1981), o bien a que su aplicación reduce el daño de la enfermedad.

**Altura de planta, producción de materia seca e índice de cosecha**

La altura de planta se incrementó con la dosis de nitrógeno y potasio. Con respecto al efecto de nitrógeno, estos resultados concuerdan con los señalados por Rojas, Alvarado y Belmar (1983).

La producción de materia seca de tallos, panículas y total, se incrementó con la dosis de nitrógeno, sólo en presencia de potasio (Figura 4). Esto se

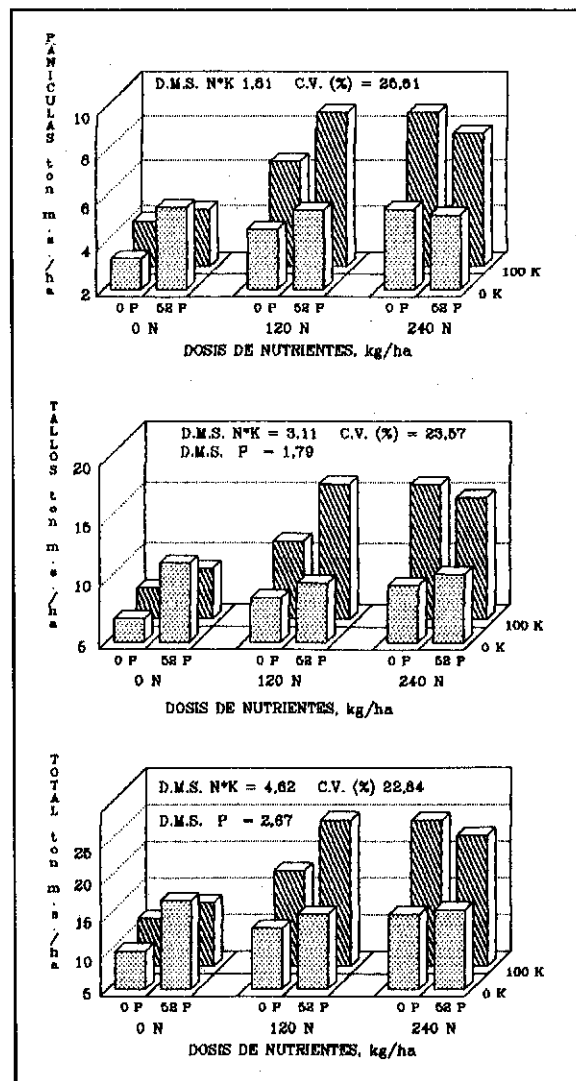


FIGURA 4. Efecto de la fertilización N-P-K en la producción de materia seca de arroz

FIGURE 4. Effect of N-P-K fertilization on rice dry matter production.

trajo en una disminución promedio del índice de cosecha con la aplicación de N (Rojas y otros 1983) y un incremento de éste con la aplicación de K.

Esta interacción se debería a que el potasio reduciría el factor limitante, que, en este caso, es la pudrición del tallo, permitiendo la normal expresión del nitrógeno aplicado. Por otra parte, cuando no se aplicó nitrógeno, la adición de potasio no tuvo ningún efecto.

En relación al fósforo, su aplicación incrementó la producción de materia seca de tallos y total, pero no la de panículas (Figura 4).

**Contenido y extracción de nutrientes**

La aplicación de nitrógeno produjo un incremento en los contenidos y extracción de N de las plantas, lo que es corroborado por los resultados de Rojas y otros (1983). Sin embargo, el incremento en el contenido de N, fue mayor cuando no se aplicó potasio (Figura 5), lo que se explicaría por el efecto de dilución, producto del mayor desarrollo alcanzado por las plantas fertilizadas con K, debido a la menor severidad de la enfermedad. Por otra parte, la fertilización nitrogenada en altas dosis (240 kg N ha<sup>-1</sup>) disminuyó los contenidos de P del arroz, producto del efecto dilución señalado anteriormente, no obstante aumentó la extracción de P, pero solo con la aplicación de potasio (Figura 6).

La aplicación de fósforo, en promedio, incrementó la extracción de N y P (figuras 5 y 6).

La fertilización con potasio, aumentó los contenidos de K y la extracción de P y K y disminuyó la concentración de N y P en las plantas. El aumento del P extraído se produjo sólo cuando se aplicó nitrógeno, en tanto que la disminución en los contenidos de N fue mayor al aumentar la dosis de nitrógeno aplicada (figuras 5, 6 y 7).

**Relación entre el grado de daño por pudrición del tallo y las variables evaluadas**

La pudrición del tallo causó una disminución tanto materia seca, como del índice de cosecha (Cuadro 3).

Por otra parte, un mayor contenido de potasio en la planta, reflejado en una mayor extracción, producto de su aplicación, causó un drástica disminución de la severidad de pudrición del tallo, por lo que este elemento aparece como clave en la mayor resistencia de las plantas a esta enfermedad (Cuadro 3).

La aplicación de elevadas dosis de nitrógeno, que se refleja en un mayor número de panículas, un mayor contenido de N en la planta y una elevada humedad del grano a cosecha, aumentarían la susceptibilidad del arroz al ataque del hongo (Cuadro 3).

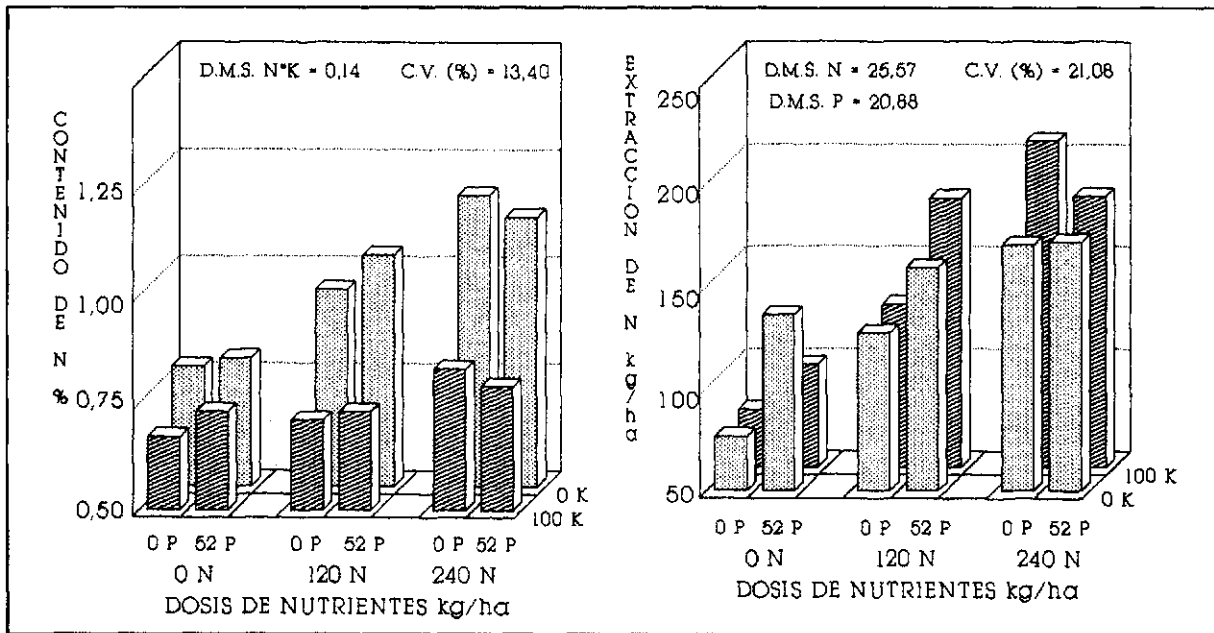


FIGURA 5. Efecto de la fertilización N-P-K en el contenido y extracción de nitrógeno en arroz.

FIGURE 5. Effect of N-P-K fertilization on nitrogen content and extraction in rice.

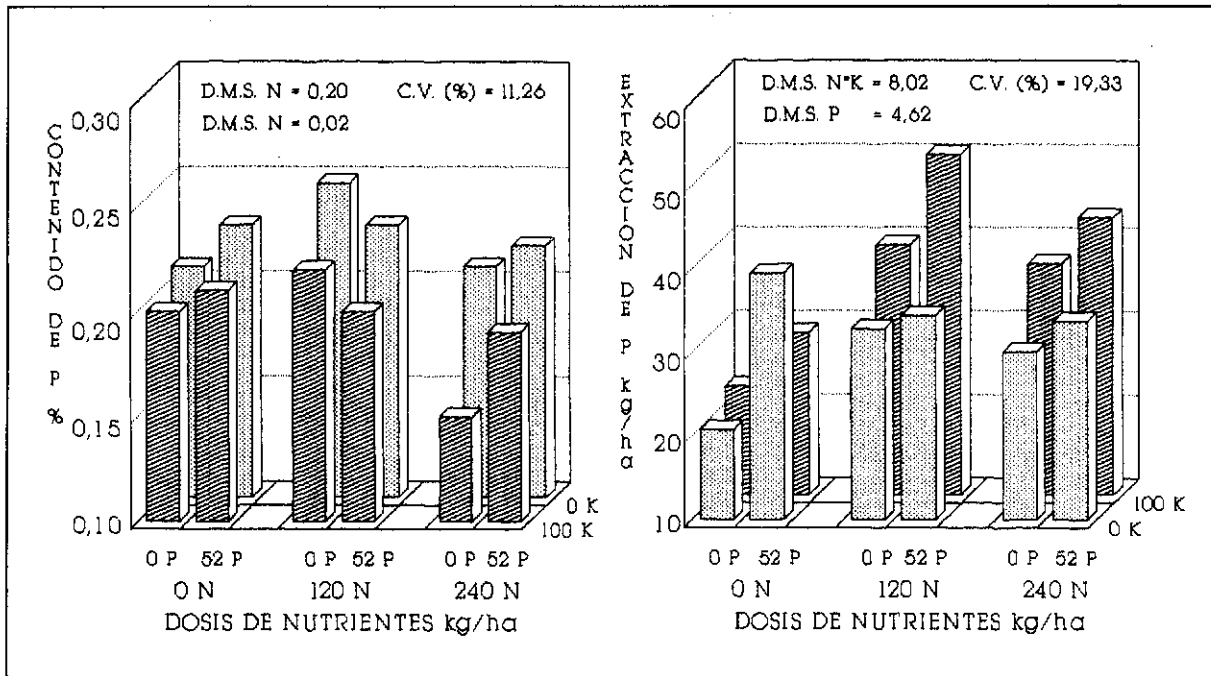


FIGURA 6. Efecto de la fertilización N-P-K en el contenido y extracción de fósforo en arroz.

FIGURE 6. Effect of N-P-K fertilization on phosphorus content and extraction in rice.

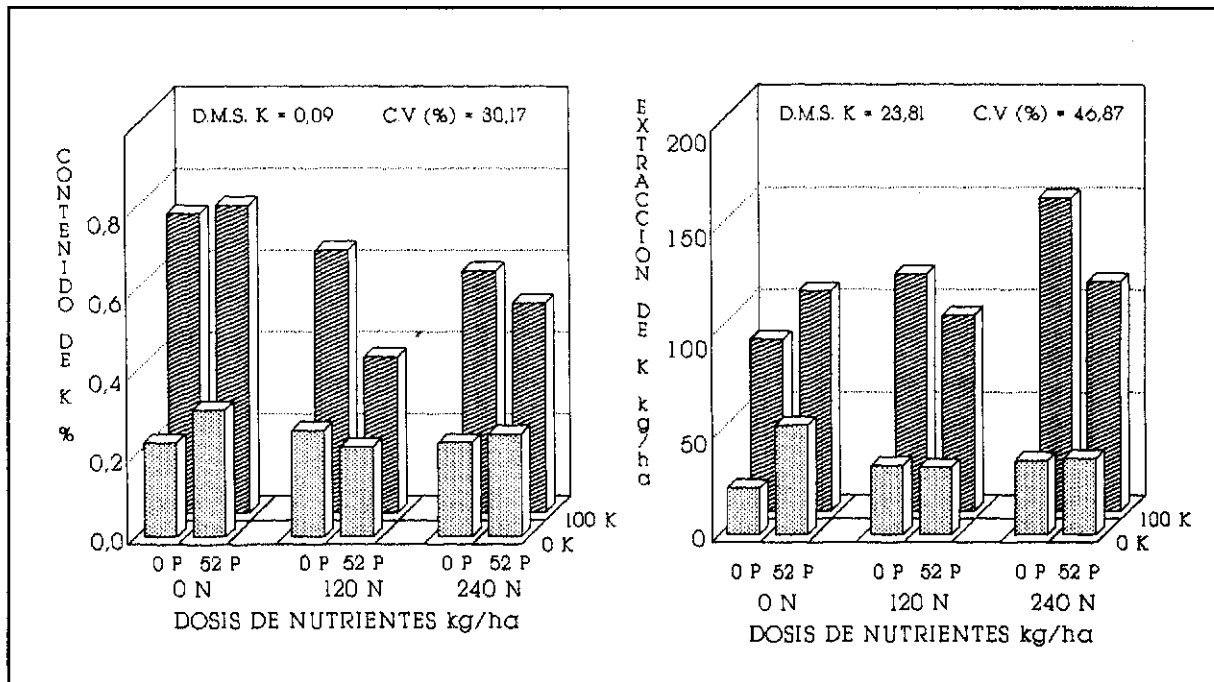


FIGURA 7. Efecto de la fertilización N-P-K en el contenido y extracción de potasio en arroz.

FIGURE 7. Effect of N-P-K fertilization on potassium content and extraction in rice.

**CUADRO 3. Relación entre la severidad de pudrición del tallo y algunas variables evaluadas (n = 36). Parral, 1989/90**

**TABLE 3. Relationship between severity of stem rot and some evaluated variables (n = 36). Parral, Chile, 1989/90**

Variable	r	
	(+) <sup>1</sup>	(-) <sup>2</sup>
Rendimiento		0,81**
Número de panículas	0,41*	
Peso de 100 granos		0,78**
Humedad de grano	0,46**	
Altura de planta		0,67**
Materia seca total		0,44**
Índice de cosecha		0,45**
N panículas	0,43**	
N tallos	0,68**	
P panículas	0,08 N.S.	
P tallos	0,53**	
K panículas		0,67**
K tallos		0,72**
N extraído		0,09 N.S.
P extraído		0,25 N.S.
K extraído		0,73**

\*\*Altamente significativo ( $P \leq 0,01$ ).

\*Significativo ( $P \leq 0,05$ ).

N.S.: no significativo.

<sup>1</sup>Relación positiva.

<sup>2</sup>Relación negativa.

Para el caso del P en los tallos, de acuerdo a la relación obtenida, una mayor concentración de este elemento en los tejidos, también aumentaría el daño por pudrición del tallo. Sin embargo, esto se debe a que los mayores contenidos de P se presentaron en las plantas deficientes en potasio, lo que determinó que la relación obtenida fuera positiva, y no a un efecto negativo directo de la aplicación de fósforo, pues éste no afectó la severidad de la enfermedad, aumentó el peso de grano y disminuyó su humedad (Cuadro 3).

**CONCLUSIONES**

- La pudrición del tallo causó una disminución del crecimiento y producción de las plantas de arroz.
- La fertilización potásica produjo una drástica disminución del daño por pudrición del tallo, asociada a mayores contenidos y extracción de K en las plantas de arroz.
- Las aplicaciones de N y P no tuvieron efecto en la severidad de pudrición del tallo. Sin embargo, altos contenidos de N en la planta, asociados a elevadas dosis de N y deficiencias de K, aumentarían la susceptibilidad del arroz a esta enfermedad.
- La aplicación de K causó un gran incremento en el rendimiento, asociado a un aumento del peso del grano, altura de planta, producción de materia seca, índice de cosecha, contenido de K, y a una reducción de los contenidos de N y P en la planta y de la humedad del grano.
- La respuesta al N aplicado, en la mayoría de los parámetros evaluados, se produjo sólo en presencia de K.
- La aplicación de P produjo un incremento en el rendimiento, peso del grano, producción de materia seca, altura de planta, e índice de cosecha.
- Una fertilización balanceada con N, P y K, sería lo más indicado para minimizar el daño por *Sclerotium hydrophilum* Sacc. y lograr altas producciones, en suelos afectados por este patógeno.

**RESUMEN**

Durante la temporada 1989/90, en un sector que anteriormente había presentado grandes daños por pudrición del tallo (*Sclerotium hydrophilum* Sacc.), en arroz, se realizó un ensayo que tuvo como objetivos: cuantificar el efecto de distintas combinaciones de N - P - K en el rendimiento y otras características agronómicas del arroz, y relacionar el daño producido por la enfermedad con los parámetros evaluados.

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar en un arreglo factorial de 3 dosis de N (0, 120 y 240 kg ha<sup>-1</sup>), 2 dosis de P (0 y 52 kg ha<sup>-1</sup>) y 2 de K (0 y 100 kg ha<sup>-1</sup>).

La pudrición del tallo causó una disminución en el crecimiento y producción del cultivo.

Las aplicaciones de potasio redujeron drásticamente la severidad de la enfermedad, incrementando los rendimientos, la producción de materia seca y los contenidos de K en los tejidos.

Las aplicaciones de nitrógeno y fósforo no afectaron la severidad de la enfermedad. Sin embargo, altos contenidos de N en la planta, asociados a elevadas dosis de N y deficiencias de K, aumentarían la susceptibilidad del arroz a pudrición del tallo.

El efecto del nitrógeno aplicado en la mayoría de los parámetros evaluados, se produjo sólo en

presencia de potasio. Por su parte, el fósforo incrementó los rendimientos y la producción de materia seca independientemente de las dosis de N y K utilizadas.

Una fertilización balanceada con N, P y K sería lo más indicado para lograr altas producciones en suelos infestados con *Sclerotium hydrophilum* Sacc., causante de la pudrición del tallo en arroz.

**Palabras claves:** arroz, pudrición del tallo, fertilización, nitrógeno, fósforo, potasio.

#### LITERATURA CITADA

- BARUAH, B. P. and SAIKIA, L. 1989. Potassium nutrition in relation to stem rot incidence in rice. *Journal of Potassium Research* 5(3): 121-124.
- DE DATTA, SURAJIT. 1981. Principles and practices of rice production. John Wiley and sons, New York. 618 p.
- FRANCE I., ANDRES. 1989. Enfermedades. En: Roberto Alvarado A. (ed.). Manual de producción de arroz, VII Región. Convenio INIA-FNDR VII REGION-IRM. Estación Experimental Quilamapu p.: 79-82.
- FRANCE I., ANDRES y ALVARADO A., ROBERTO. 1985a. Determinación de *Sclerotium hydrophilum* Sacc. en arroz (*Oriza sativa* L.). *Agricultura Técnica (Chile)* 45: 163-165.
- FRANCE I., ANDRES y ALVARADO A., ROBERTO. 1985b. Pudrición del tallo. Nueva enfermedad del arroz en Chile. *Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu* 23: 12-14.
- GRAU B., PABLO, ALVARADO A., ROBERTO y CISTERNAS V., CARLOS. 1989. Características de las variedades comerciales de arroz. Principales aspectos agronómicos y de calidad. *Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu* 41: 12-14.
- KEIM, R. and WEBSTER, R. 1974. Nitrogen fertilization and severity of stem rot of rice. *Phytopathology* 64(2): 178-183.
- KLEE G., GERMAN y SEPULVEDA P., CARLOS. 1989. Sistemas de producción de los agricultores arroceros. Convenio INIA-FNDR VII REGION-IRM. Estación Experimental Quilamapu. 62 p.
- ORTEGA B., RODRIGO. 1989. Fertilización del cultivo. En: Roberto Alvarado A. (ed.). Manual de producción de arroz, VII Región. Convenio INIA-FNDR VII REGION-IRM. Estación Experimental Quilamapu. p.: 59-76.
- ORTEGA B., RODRIGO. 1990. Respuesta a la fertilización potásica en arroz. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Quilamapu, Área Agroecología, Programa Fertilidad de Suelos, Informe Técnico 1989/90, Chillán, Chile. p.: 97-103\*.
- ORTEGA B., RODRIGO. 1991. Fuentes y épocas de aplicación de potasio en arroz. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Quilamapu, Área Agroecología, Programa Fertilidad de Suelos, Informe Técnico 1990/91, Chillán, Chile. p.: 84-97\*.
- ROJAS W., CARLOS. y ALVARADO A., ROBERTO. 1982. Fertilización nitrogenada y fosfatada en arroz en la región centro sur de Chile. Efecto sobre los rendimientos en grano. *Agricultura Técnica (Chile)* 42: 15-21.
- ROJAS W., CARLOS, ALVARADO A., ROBERTO y BELMAR N., CIRO. 1983. Fertilización nitrogenada en arroz. Efecto sobre algunos parámetros agronómicos del cultivo. *Agricultura Técnica (Chile)* 43: 353-357.
- SADZAWKA R., ANGELICA. 1990. Métodos de análisis de suelo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Estación Experimental La Platina (Santiago), Serie La Platina N° 16. 130 p.
- SHARMA, S.K. and MEHROTRA, R.S. 1986. Effect of rate and time of nitrogen fertilization on the yield of rice in relation to stem rot disease caused by *Sclerotium orizae* Catt. *Indian Journal of Plant Pathology* 4(1): 53-56.
- TISDALE, S.L. NELSON, W.L. and BEATON, J.D. 1985. Soil fertility and fertilizers. Fourth edition. Mc Millan Publishing Company. New York. 753 p.

\*La información contenida en estos documentos es accesible sólo a través de sus respectivos autores o de autoridades de INIA.