

**DIAGNOSTICO DE DEFICIENCIAS NUTRITIVAS EN SUELOS
BAJO MONOCULTIVO DE ARROZ.
II. EFECTO SOBRE RENDIMIENTO DE GRANO
Y ALGUNAS VARIABLES AGRONOMICAS¹**

**Nutritive deficiencies diagnosis in soils under rice monoculture.
II. Effect on grain yields and some agronomical variables**

Carlos Rojas W.², Ciro Belmar N.³ y Pablo Grau B.³

S U M M A R Y

In order to detect possible nutritive deficiencies on representative soils subjected to rice monoculture at the rice production area of Talca-Nuble (Chile) yield trials were established (Ñiquén and Huencuecho Sur) in the spring 1986 in order to compare grain yield response of different cultivars (treatments) to fertilizer formulas (FF: subtreatments) in a split-plot design.

In the most austral trial (Ñiquén) grain yield components, and some grain characteristics were evaluated.

According to results the following conclusions were obtained:

In both locations, all cultivars were affected in terms of grain yield when phosphorus was absent in the FF employed.

A significant grain yield decrease was evident due to potassium absence in most of the employed cultivars with exception of the 67108 Line at the location where this available nutrient in the soil was less than 80 ppm.

Grain characteristics were not affected by FF employed, neither the components: panicle length, filled grain number by panicle, and weight of 1,000 filled grains. However, these features were significantly linked to rice genotypes employed.

Key words: grain yield, rice cultivar response, nutrient deficiencies.

INTRODUCCION

El arroz, como cualquier otro cereal, requiere ciertas cantidades de nutrientes además de nitrógeno, para lograr un vigoroso crecimiento y una alta producción de granos.

Deficiencias de fósforo siguen, en orden de importancia, a nitrógeno, especialmente en Ultisoles,

Oxisoles, Andisoles, Vertisoles y ciertos Inceptisoles, esperándose respuesta en producción de grano de arroz al incorporar este elemento en las fórmulas de fertilización (De Datta, 1987).

Generalmente, la respuesta del arroz a potasio no es tan frecuente como nitrógeno y fósforo, especialmente en suelos geológicamente jóvenes que liberan importantes cantidades de este nutriente por interperización de minerales primarios. Sin embargo, bajo condiciones de cultivo continuo, con variedades modernas, la respuesta se está haciendo evidente en muchas áreas de cultivo de arroz inundado (De Datta y Gómez, 1975).

La presente investigación se realizó con el objeto de evaluar el efecto de diversas fórmulas de

¹Recepción de originales: 30 de julio de 1990.

Los autores desean agradecer la colaboración de los agricultores que proporcionaron las facilidades para el desarrollo de esta investigación.

²Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

³Estación Experimental Quilmapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

fertilización sobre los rendimientos de grano, algunas características del grano y componentes de rendimiento, en cultivares de arroz inundado.

MATERIALES Y METODOS

En la primera etapa del presente trabajo (Rojas, Belmar y Grau, 1991) se detectó el efecto de diferentes fórmulas de fertilizantes (FF) sobre las etapas de desarrollo vegetativo y reproductivo del arroz.

En los mismos experimentos, en el período de cosecha de cada una de las parcelas (3 x 5 m), se obtuvo una muestra de 4 m² para rendimiento de grano, el que se ajustó al 14% de humedad.

En el experimento de la localidad Ñiquén (Rojas y otros, 1991), se incluyó algunas determinaciones relacionadas con componentes de rendimiento y algunas características agronómicas o de calidad, consideradas importante para el proceso de industrialización del arroz que pudieran estar siendo alteradas por ausencia de algunos de los nutrientes estudiados. Para este efecto, se obtuvo una submuestra de 0,25 m² por parcela, y se determinó: largo de panícula, número de granos/panícula, porcentaje de esterilidad, peso de 1.000 granos llenos y peso de 1.000 granos vacíos, además de largo, ancho y "panza blanca" (endosperma blanco) en las muestras de grano, según la descripción de estos procedimientos indicados por Yoshida y otros (1976).

Se efectuó análisis de variancia, con una probabilidad $\leq 0,05$ y comparación en base a diferencia mínima significativa (D.M.S.).

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de fórmulas de fertilización sobre rendimiento de grano de arroz

Los rendimientos de grano, obtenidos en la localidad de Huencuecho Sur, fluctuaron entre 85 y 115 qqm/ha (Figura 1). Se observó que los rendimientos de grano variaron significativamente por efecto del potencial genético de los cultivares empleados, obteniéndose los más altos rendimientos con los cultivares Oro y Quella, respecto a Diamante y la Línea 67108.

En general, en todos los cultivares evaluados en esta localidad, los más bajos rendimientos promedio de grano, se obtuvieron con la fórmula que no incluía fósforo, no observándose interacción significativa de los tratamientos de fertilización con los cultivares evaluados (FF x cultivar). Sólo en la

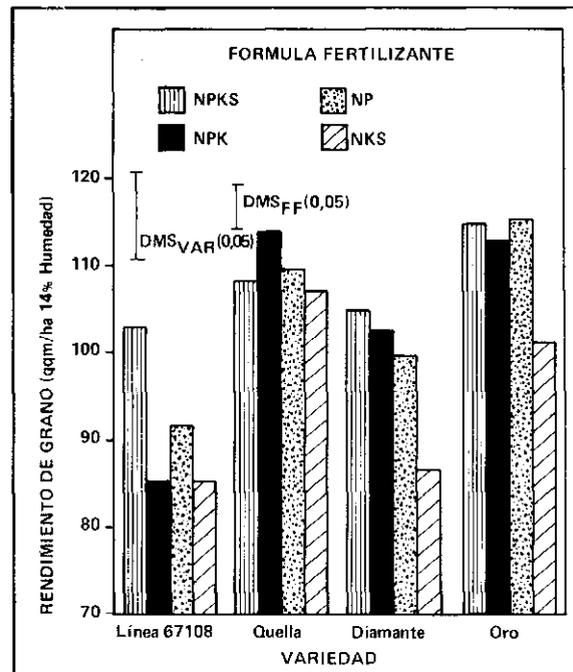


FIGURA 1. Efectos de las fórmulas de fertilización sobre los rendimientos de grano (Localidad Huencuecho Sur).

FIGURE 1. Fertilization formula effect on grain yields (Huencuecho Sur Location).

variedad Quella no se observaron diferencias significativas entre el promedio de rendimiento de grano de tratamiento completo y aquel que no incluía fósforo.

Aparentemente, el uso intensivo con monocultivo de arroz en estos suelos, ha hecho descender el suministro de fósforo nativo del suelo y se ha llegado a producir una deficiencia de este nutriente.

La ausencia de respuesta del arroz a la fertilización fosfatada, ha sido considerada como un fenómeno universal (Gill y Meelu, 1983) y el incremento en la disponibilidad de fósforo por efecto de la inundación, se ha informado frecuentemente para explicar esta conducta. Este mismo hecho, ha sido señalado, para el país, por Araos y Rojas (1976) y Rojas y Alvarado (1982), en los suelos de la zona arrocería comprendida entre Talca y Ñuble. Sin embargo, los resultados obtenidos, demuestran que este comportamiento ha variado en el tiempo para aquellos suelos cultivados con arroz bajo una agricultura intensiva sostenida sin incorporación externa de este elemento en el tiempo.

Sólo en la Línea 67108, se observó diferencias significativas de rendimiento de grano entre el tratamiento completo y la fórmula de fertilización que no incluía azufre.

En la localidad de Ñiquén, se observó diferencias significativas por efecto de los diferentes genotipos empleados, sin embargo, el menor rendimiento promedio correspondió al cultivar Quella (Figura 2).

Todos los cultivares presentaron un menor rendimiento al no incluir fósforo en la FF empleada. Se observaron diferencias estadísticamente significativas para los promedios de rendimiento del tratamiento completo y los tratamientos que no incluían fósforo en todos los cultivares evaluados, a

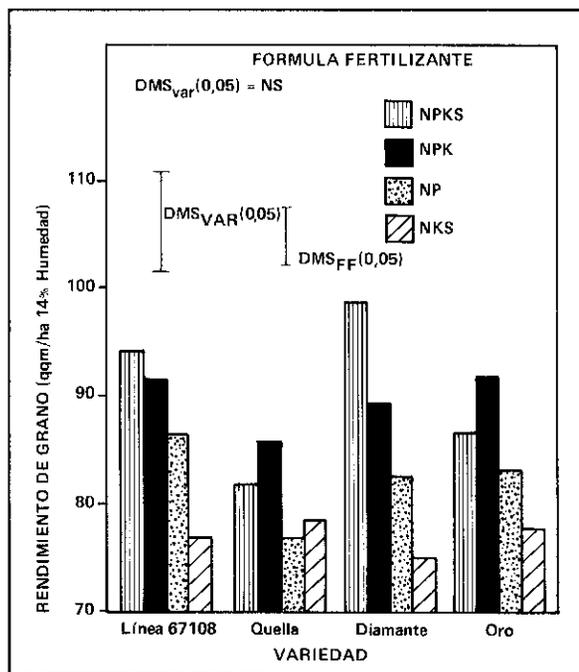


FIGURA 2. Efecto de las fórmulas de fertilización sobre los rendimientos de grano (Localidad Ñiquén).

FIGURE 2. Fertilization formula effect on grain yields (Ñiquén Location)

excepción del cultivar Quella, que mostró un limitado potencial de rendimiento en esta localidad. Jones y otros (1982), en estudios realizados en la India, concluyen que, en regiones templadas, un nivel de fósforo adecuado permite a las plantas de arroz tolerar condiciones de extremo frío, y el elemento mejora el valor alimenticio del arroz y asegura un normal desarrollo del grano en estas condiciones. Estas características coinciden con la localidad de Huencuecho Sur, representativa del área de cultivo de arroz en Chile (35,5° lat. S).

La ausencia de potasio en la fórmula de fertilización, incidió también en un menor rendimiento de grano (NP) en todos los cultivares, a excepción de la Línea 67108 en esta localidad, que presentaba bajos contenidos de potasio disponible en el suelo.

Efectivamente, en una temporada anterior el cultivo de arroz y en esta localidad, las plantas de arroz presentaron síntomas de manchas pardo oscuras en las hojas, con aparición de infección de agentes secundarios (*Sclerotium hydrophilium* Sacc.). Estos síntomas son característicos en plantas debilitadas por algún factor estresante, como un bajo contenido de potasio disponible, como ha sido mencionado por Ortega y otros (1991).

Investigadores japoneses han considerado que en suelos latosoles, cultivados con arroz, el nivel crítico de potasio intercambiable es equivalente a 0,18 cmol (K⁺)/kg de suelo y de 83 ppm, para una gran gama de suelos arroceros (Su, 1976). En general, estos valores son muy superiores a los medidos en la localidad estudiada.

En experimentos de largo plazo en el International Rice Research Institute (IRRI), con monocultivo de arroz, se demostró que la respuesta por unidad de potasio aplicado, se incrementa con el tiempo en comparación con el nitrógeno aplicado, por lo que se recomendaría potasio en sistemas de monocultivo en donde se ha agregado N y P a cultivares de altos rendimientos de arroz (IRRI, 1972, 1973 y 1974). En situaciones con la del presente estudio, con bajos índices de K disponible y el empleo de cultivares de amplia productividad, una fórmula balanceada de los nutrientes N-P y K, sería la recomendación adecuada.

Efecto de FF sobre algunas características de grano y componentes de rendimiento de arroz

En el experimento de la localidad de Ñiquén, la medición de algunas características de la calidad del grano, permitió discernir entre el efecto originado por los cultivares evaluados y el posible efecto nutricional, al no incorporar algunos elementos en las FF (Cuadro 1).

En general, se observó que el largo y ancho del grano, así como la "panza blanca", no fueron afectados por las fórmulas de fertilización empleadas, siendo caracteres muy dependientes de la información genética de los cultivares, más que de factores del medio ambiente como la nutrición.

El efecto genético sobre las características "panza blanca" o endosperma blanquecino, que determina las características mazamorrientas del arroz al sufrir el efecto de cocción, fue también una variable muy estable y dependiente del cultivar empleado.

CUADRO 1. Efecto de fórmulas de fertilización sobre algunas características de grano de arroz (*Oryza sativa* L.) en la localidad de Ñiquén

TABLE 1. Fertilization formula effects on some characteristics of rice gran (*Oryza sativa* L.) at Ñiquén, Chile

	Fórmulas de fertilización				\bar{X}	Prueba de F		
	NPKS	NPK (-S)	NP (-KS)	NKS (-P)		Cultivar (A)	Fertilización (B)	A x B
Largo, mm								
L ¹					7,3a			
Q					5,3b			
D					7,2a			
O					5,4b			
Promedio	6,3a	6,2a	6,3a	6,4a		P ≤ 0,05	N.S.	N.S.
Ancho, mm								
L					2,6b			
Q					3,0a			
D					2,6b			
O					3,1a			
Promedio	2,8a	2,8a	2,8a	2,9a		P ≤ 0,05	N.S.	N.S.
Panza blanca, %								
L					3,4c			
Q					30,9b			
D					2,4c			
O					96,0a			
Promedio	32,4a	34,1a	33,7a	32,6a		P ≤ 0,05	N.S.	N.S.

¹Cultivares: Línea 67108 (L); Quella (Q); Diamante (D); Oro (O).

Al evaluar el efecto de los cultivares estudiados sobre algunos de los componentes de rendimiento del arroz (Cuadro 2) y discernir el efecto de las fórmulas de fertilización empleadas, se observó que las variables, porcentaje de esterilidad y peso de los 1.000 granos vacíos, no fueron afectados ni por los cultivares empleados ni por las fórmulas de fertilización estudiadas. Sin embargo, Rojas y Alvarado (1983), detectaron un efecto y un aumento de la esterilidad floral al incrementar las dosis de nitrógeno.

Aparentemente, el número de tallos fértiles sería un componente importante que se vería afectado en la etapa vegetativa de desarrollo de los cultivares de arroz (Rojas y otros, 1991).

En el Cuadro 2, se puede observar que, tanto el largo de panícula, como el número de granos llenos/panícula y el peso de los 1.000 granos llenos, serían variables afectadas significativamente por los cultivares empleados, siendo similares la Línea 67108 y el cultivar Diamante al igual que los

cultivares Quella y Oro; y, a su vez, los dos primeros, fueron más afectados que los dos últimos.

Específicamente, el número de granos llenos/panícula fue similar en las variedades Oro y Quella, y Diamante y Línea 67108, presentando también las dos primeras mayor número que las dos últimas.

En lo que se refiere al peso de los 1.000 granos llenos, Quella presentó el menor peso, en comparación con los otros cultivares evaluados.

El número de granos llenos/panícula, el largo de panícula y el peso de los 1.000 granos llenos, no fueron afectados por las fórmulas de fertilización, las diferencias observadas se deben a las características de los cultivares empleados.

En lo que se refiere a esterilidad y peso de los 1.000 granos vacíos, tampoco fueron afectados ni por la fertilización ni por los cultivares en estudio (Cuadro 2).

CUADRO 2. Efecto de fórmulas de fertilización sobre algunos componentes de rendimiento de grano de arroz (*Oryza sativa* L.) en la localidad de Ñiquén**TABLE 2. Formula fertilization effects on some components of rice grain yield (*Oryza sativa* L.) at Ñiquén, Chile**

	Fórmulas de fertilización				\bar{X}	Prueba de F		
	NPKS	NPK (-S)	NP (-KS)	NKS (-P)		Cultivar (A)	Fertilización (B)	A x B
Largo panícula, cm								
L ¹					17,1a			
Q					15,5b			
D					16,6b			
O					15,4b			
Promedio	16,4a	16,2a	16,0	16,0a		P ≤ 0,05	N.S.	N.S.
Granos llenos/ panículas, N ²								
L					38,7b			
Q					51,4ab			
D					40,3c			
O					58,6a			
Promedio	44,3a	47,9a	47,7a	49,1a		P ≤ 0,05	N.S.	N.S.
Esterilidad, %								
L					11,3a			
Q					17,0a			
D					11,9a			
O					13,8a			
Promedio	11,5a	12,0a	15,1a	15,4a		N.S.	N.S.	N.S.
Peso 1.000 granos vacíos, g								
L					8,8a			
Q					7,8a			
D					8,1a			
O					8,2a			
Promedio	8,6a	7,6a	8,2a	8,6a		N.S.	N.S.	N.S.
Peso 1.000 granos llenos, g								
L					32,8a			
Q					28,5b			
D					31,9a			
O					31,6a			
Promedio	31,5a	31,6a	30,7a	31,2a		P ≤ 0,05	N.S.	N.S.

¹Cultivares: Línea 67108 (L); Queila (Q); Diamante (D); Oro (O).

RESUMEN

A fin de detectar las posibles deficiencias nutritivas en suelos sometidos a monocultivo de arroz en el área representativa arrocería de Talca-Ñuble (Chile), se estableció experimentos de campo (Ñiquén y Huencuecho Sur) en la primavera de 1986,

comparando la respuesta de rendimiento de grano de diferentes cultivares (tratamientos) a fórmulas de fertilización (FF como subtratamientos), en un diseño de parcela dividida.

En el experimento más austral (Ñiquén), se evaluó además, componentes de rendimiento y algunas características del grano.

Los resultados indicaron lo siguiente:

En ambas localidades, todos los cultivares fueron afectados en su rendimiento de grano al no incluir fósforo en las FF empleadas.

Se hizo evidente una significativa reducción de rendimiento de grano por ausencia de potasio, en la mayoría de los cultivares empleados, a excepción

de la Línea 67108 en la localidad que presentaba menos de 80 ppm de K disponible en el suelo.

Las características del grano, no fueron afectadas por las FF empleadas, así como tampoco los componentes: largo de panícula, número de granos llenos/panícula y peso de los 1.000 granos llenos. Sin embargo, estas características dependieron significativamente de los genotipos de arroz empleados.

Palabras claves: rendimiento de grano, respuesta cultivares, deficiencias nutritivas.

LITERATURA CITADA

- ARAOS F., JOSE y FOJAS W., CARLOS. 1976. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y azufre sobre los rendimientos de arroz. *Agricultura Técnica (Chile)* 36: 58-62.
- DE DATTA, S.K. 1987. Mineral nutrition and fertilizer management of Rice. In: Robert E. Krieger Publishing Company Inc. (ed.). Principles and practices of rice production. John Wiley & Sons, Inc. Malabar, Florida 32950. p.: 348-419.
- DE DATTA, S.K. and GOMEZ, K.A. 1975. Changes in soil fertility under intensive rice cropping with improved varieties. *Soil Sci.* 120: 361-366.
- GILL, H.S. and MEELU, O.P. 1983. Studies on the utilization of phosphorus and causes for its differential response in rice-wheat rotation. *Plant and Soil* 74: 211-222.
- IRRI-INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1972. Annual report for 1971. Los Baños, Philippines. 238 p.
- IRRI-INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1973. Annual report for 1972. Los Baños, Philippines. 266 p.
- IRRI-INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1974. Annual report for 1973. Los Baños, Philippines. 266 p.
- JONES, V.S.; KATYAL, J.C.; MAMARIL, C.P. and PARK, C.S. 1982. Wetland rice nutrient deficiencies other than nitrogen. International Rice Research Institute. Rice research strategies for the future. Los Baños, Philippines. p.: 327-378.
- ORTEGA B., RODRIGO; MADARIAGA B., RICARDO; ALVARADO A., ROBERTO y BELMAR N., CIRO. 1991. Pudrición del tallo en arroz: fertilización potásica. *Investigación y Progreso* Nº 49. p.: 19-24 p.
- 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.
- 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 de grano. *Agricultura Técnica (Chile)* 42: 15-21.
- ROJAS W., CARLOS; ALVARADO A., ROBERTO y BELMAR N., CIRO. 1983. Efecto sobre algunos parámetros agronómicos del cultivo. *Agricultura Técnica* 43: 353-357.
- ROJAS W., CARLOS; BELMAR N., CIRO y GRAU B., PABLO. 1991. Diagnóstico de diferencias nutritivas en suelos bajo monocultivo de arroz: I. Efecto sobre desarrollo vegetativo y reproductivo. *Agricultura Técnica (Chile)* 51: 328-333.
- SU, NAN-RONG. 1976. Potassium fertilization of rice. Food and Fertilizer Technology Center, ASPAC. The fertility of paddy soils and fertilizer application for rice. Taiwan. p.: 117-148.
- YOSHIDA S.; FORNO, D.A.; COCK, J.H. and GOMEZ, K.A. 1976. Laboratory Manual for Physiological studies of rice. The International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. p.: 74-78.