

FERTILIZACION NITROGENADA EN ARROZ. EFECTO SOBRE ALGUNOS PARAMETROS AGRONOMICOS DEL CULTIVO¹

Nitrogen fertilization of rice. Effect on some agronomic characteristics

Carlos Rojas W.², Roberto Alvarado A.² y Ciro Belmar N.²

SUMMARY

During the 1972/1973, 1973/1974 and 1974/1975 growing seasons, 20 N P fertilization trials were set up in flooded rice fields, located in the Talca, Linares and Ñuble provinces. Nine experiments were selected to relate the rate of nitrogen application with some agronomic characteristics.

The increase in applied nitrogen increased dry matter production, spikelet sterility and height.

The efficiency of the nitrogen fertilizer (kg rice/kg applied N) decreased in soils subjected to dry periods during the plant development season, and when the amount of nitrogen applied was increased.

INTRODUCCION

La determinación de las prácticas culturales destinadas a la obtención de altos rendimientos, depende del conocimiento y comprensión de los efectos que ejercen los factores de crecimiento en un determinado cultivo.

El crecimiento se ve afectado por una gama de factores, uno de los cuales es la fertilización. Numerosos investigadores (Kimura y Chiba, 1943; Singh y Murayama, 1963), han relacionado los aumentos de suministro de nitrógeno con el efecto sobre la altura de la planta, número de tallos y peso de materia seca en arroz. En Filipinas, la respuesta a nitrógeno fue mayor en variedades precoces que en aquéllas de largo período de crecimiento (IRRI, 1965).

Otta y Yamada (1965), en Ceylán, encontraron que altas dosis de nitrógeno aumentaron el porcentaje de esterilidad floral, pero en variedades de alta respuesta a nitrógeno, el incremento fue más pequeño.

Tanaka (1973) informa que, en regiones de baja temperatura, las aplicaciones de altas dosis de nitrógeno incrementan el porcentaje de esterilidad, aumentan el número de granos poco desarrollados y se obtienen rendimientos más bajos.

Sánchez, Ramírez y De Calderón (1973), al relacionar características agronómicas de variedades de arroz con la fertilización nitrogenada en la costa norte del Perú, no observaron tendencia en IR8, ni en IR5, con aplicaciones de hasta 480 kg de N/ha. Los cultivares IR8 y CEL895 fueron capaces de mantener relaciones satisfactorias de grano/paja, aun a altas dosis de N.

El objetivo de este estudio fue caracterizar la respuesta de arroz inundado (variedad Oro), en la región arrocera comprendida entre Talca y Ñuble, en relación a:

- Efecto de las aplicaciones de nitrógeno sobre la producción de materia seca y otros parámetros de crecimiento, y
- Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la absorción de nitrógeno y la eficiencia del fertilizante.

MATERIALES Y METODOS

Durante las temporadas 1972/73, 1973/74 y 1974/75, se estableció 20 ensayos de fertilización NP, cuya distribución y diseño ha sido descrito por Rojas y Alvarado (1982). De éstos, se seleccionó nueve, para relacionar el efecto de la dosis de nitrógeno sobre algunos parámetros agronómicos del cultivo de arroz y absorción de nitrógeno. Los resultados se presentan para tres grupos de respuesta, que se determinaron de acuerdo a número de años de cultivo de arroz y manejo de agua:

- Grupo I: Suelos de alto potencial de rendimiento,

¹ Recepción de originales: 13 de octubre de 1982.

² Estación Experimental Quilmapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

escaso número de años de cultivo (2 y 3) y que no presentaron limitantes de producción.

- Grupo II: Suelos de un gran número de años de cultivo de arroz, pero sin otras limitaciones, aparte del nitrógeno.
- Grupo III: Suelos con varios años de cultivo de arroz, pero con limitaciones en el manejo del agua (secas).

La materia seca se determinó a partir del corte de la biomasa, en dos rectángulos de 0,36 x 0,6 m, a una altura de 2-3 cm del suelo (Stanford y Hunter, 1973), en cada parcela. La absorción de nitrógeno se obtuvo a partir del producto de kilos de materia seca por el porcentaje de nitrógeno total de la fracción aérea de las plantas, en el momento de la cosecha.

Se determinó además:

- a) Índice de cosecha, como la relación:

$$\frac{\text{Peso total grano (Pg)}}{\text{Biomasa aérea (Bt)}}$$

- b) Esterilidad floral (O/o)
- c) Altura de planta (cm)
- d) Tendadura (O/o)
- e) O/o de recuperación de nitrógeno
- f) Eficiencia del fertilizante nitrogenado (kg arroz producido/kg de nitrógeno aplicado).

Se efectuó análisis de regresión simple y múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto del nitrógeno sobre la producción de materia seca

Al relacionar los rendimientos de materia seca con las dosis de nitrógeno aplicadas, se ajustaron a polinomios de segundo grado, que permitieron estimar adecuadamente el efecto del nitrógeno sobre esta variable, en los tres grupos de respuesta estudiados (Figura 1). Se observó que los rendimientos máximos estimados fueron de 199, 153 y 130 qq/ha de materia seca para los grupos de respuesta I, II y III, respectivamente. El peso seco total es una medida de la función fotosintética del cultivo (Yoshida, 1981).

El peso de tallos y hojas se incrementa con la aplicación de nitrógeno, así como también el del grano; pero este último, al llegar a un cierto nivel máximo, tiende a decrecer (Rojas y Alvarado, 1982).

La reducción de la absorción de nitrógeno, como se verá más adelante, explicaría la menor producción de materia seca, a medida que aumenta la intensidad de cultivo del arroz y por el efecto de las secas (Grupo III).

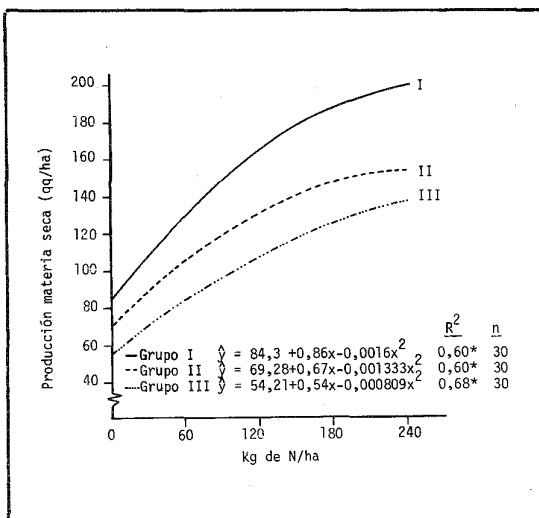


FIGURA 1. Relación entre producción de materia seca y kg de N aplicados, según grupo de suelo.

FIGURE 1. Relation between D.M. production and kg of N applied, according to soil group.

Efecto del nitrógeno sobre el índice de cosecha y esterilidad floral

El índice de cosecha (Pg/Bt) constituye una medida de la fracción económicamente útil del rendimiento biológico (Yoshida, 1981). Este índice tiende a disminuir a medida que aumenta la dosis de nitrógeno aplicado, en la mayoría de las variedades (Tanaka, Patnaik y Abichandani, 1958). En la Figura 2 se observa la variación del índice de cosecha de la variedad Oro, en los grupos de respuesta analizados.

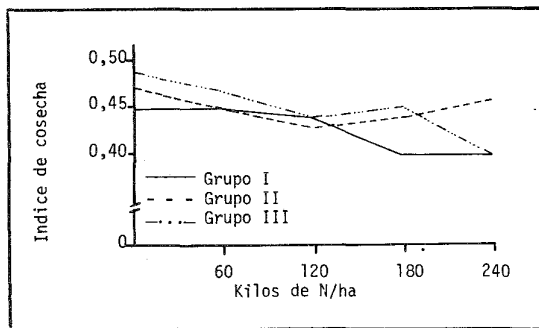


FIGURA 2. Relación entre el índice de cosecha y kg de N aplicados, según grupo de suelo.

FIGURE 2. Relation between crop index (grain wt./aerial biomass) and kg of N applied, according to soil group.

Sánchez y otros han observado que algunas variedades, como IR8 y CEL895, han sido capaces de mantener también altos valores de índices de cosecha, a medida

que se han aumentado las dosis de nitrógeno, lo que constituye una característica agronómica favorable.

Los valores de esterilidad floral tendieron a aumentar con las dosis mayores de nitrógeno, en los tres grupos de respuesta analizados (Figura 3), posiblemente porque la cantidad de carbohidratos producidos no sería suficiente para llenar el mayor número de espiguillas, inducidas por las altas dosis de nitrógeno.

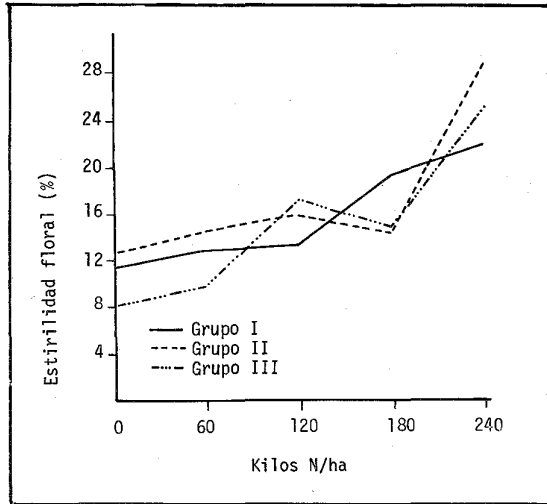


FIGURA 3. Relación entre esterilidad floral y kg de N aplicados según grupo de suelo.

FIGURE 3. Relation between flower sterility and kg of N applied, according to soil group.

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre altura y tendadura

En forma similar al acopio de materia seca, la altura de la planta adulta se incrementó con las dosis de nitrógeno, hasta alcanzar un máximo estimado de 104 cm, con las dosis equivalentes a 240 kg de N/ha (Figura 4). Se obtuvo una adecuada predicción de la altura de la planta adulta, a partir de la dosis de nitrógeno agregada. Respuestas similares a la obtenida con el cultivar Oro, han sido observadas en variedades semi-enanas (Sánchez y otros, 1973).

En general, el aumento de la fertilización nitrogenada no ocasionó tendadura en las plantas de arroz en los grupos II y III, pero ésta se observó con las dosis equivalentes a 180 y 240 kg de N/ha en el Grupo I de respuesta, siendo del orden de 22°/o y 41°/o, respectivamente.

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la absorción de nitrógeno

Se observó un aumento del nitrógeno en la fracción aérea, a medida que se incrementaba la dosis, en los

tres grupos de respuesta, ajustándose a funciones lineales, que permitieron cuantificar la absorción de nitrógeno al momento de la cosecha (Figura 5). En promedio para los nueve experimentos analizados,

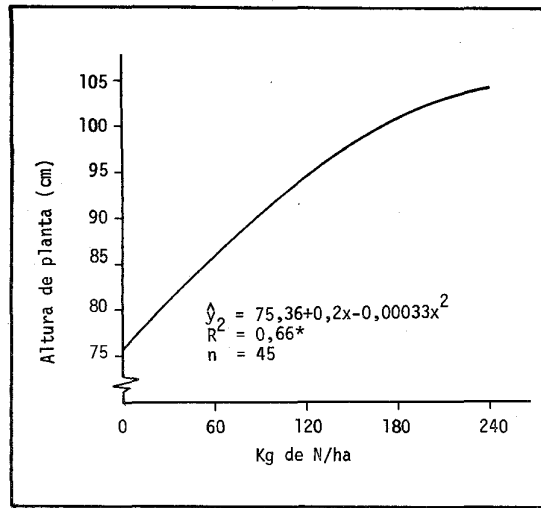


FIGURA 4. Relación entre altura de planta y kg de N aplicados (todos los ensayos).

FIGURE 4. Relation between plant height and kg of N applied (average for all trials)

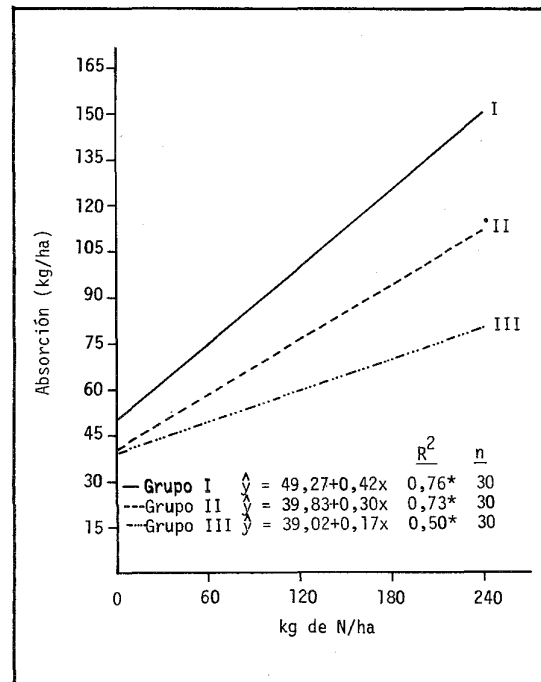


FIGURA 5. Relación entre N absorbido y kg de N aplicados, según grupo de suelo.

FIGURE 5. Relation between absorbed N and kg of N applied, according to soil group.

la concentración de nitrógeno en la planta (a la cosecha), requerida para la obtención del rendimiento máximo, fue de 0,70/o.

La absorción de N al momento de la cosecha correlacionó positivamente con la producción de materia seca (Figura 6).

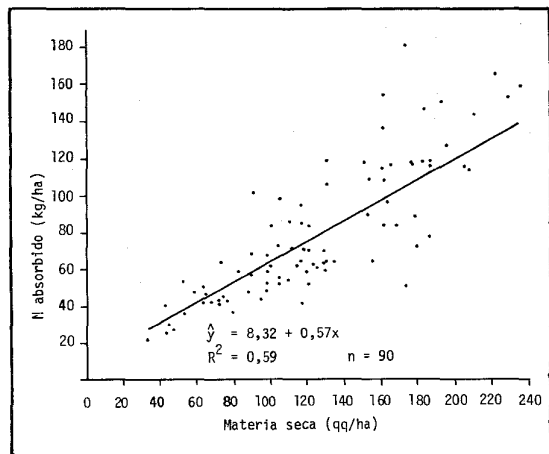


FIGURA 6. Relación entre N absorbido y producción de materia seca.

FIGURE 6. Relation between absorbed N and D.M. production.

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la recuperación de nitrógeno

La fertilización nitrogenada tendió a aumentar el porcentaje de nitrógeno recuperado al momento de la cosecha, alcanzando el máximo, en los tres grupos de respuesta, con la dosis equivalente a 180 kg de N/ha (Cuadro 1); en promedio, el porcentaje de recuperación de nitrógeno fue de 27,90/o.

CUADRO 1. Porcentaje de recuperación de N*, según la cantidad de N aplicado, en los tres grupos de suelos

TABLE 1. Percent N recovered, according to the amount of N applied, in the three soil groups

N aplicado (kg/ha)	GRUPO			Promedio
	I	II	III	
60	19,29	28,54	22,88	23,57
120	29,69	28,61	19,24	25,84
180	47,07	35,86	24,07	35,66
240	37,17	27,57	15,42	26,72
Promedio	33,30	30,14	20,40	27,95

* O/o de recuperación de N = $\frac{NT - NO}{D} \times 100$; NT = N absorbido en tratamiento fertilizado; NO = N absorbido en tratamiento testigo; D = Dosis de N aplicada.

En los grupos I y II, se observó un porcentaje de recuperación de nitrógeno promedio muy similar, promedio 31,70/o; pero en el Grupo III la recuperación de nitrógeno fue inferior (20,40/o).

La práctica de inundación constante puede asegurar recuperaciones de nitrógeno de un 40 a 500/o (Rojas, 1976). Al respecto, se ha informado que en suelos secados al aire y semi-inundados, la recuperación de nitrógeno ha sido del orden de 20 a 300/o (Westfall, 1970; Ramírez y Sánchez, 1971).

Eficiencia del fertilizante nitrogenado

Una de las formas más comunes de expresar la eficiencia del fertilizante nitrogenado, es en kilos de arroz producido por kilo de fertilizante aplicado (Yoshida, 1981). La eficiencia del fertilizante nitrogenado, expresada de esta forma (Cuadro 2), disminuye con el aumento de la cantidad de nitrógeno aplicado, presentándose la mayor eficiencia con la dosis de 60 kg de N/ha, para los tres grupos de suelos. En promedio la eficiencia fue de 22,4 kg de arroz/kg de N aplicado.

CUADRO 2. Eficiencia del fertilizante nitrogenado* según grupo de respuesta

TABLE 2. N fertilizer efficiency, according to response soil group

N aplicado kg/ha	GRUPO			Promedio
	I	II	III	
60	30,60	34,75	20,50	28,62
120	25,55	31,83	18,92	25,43
180	24,67	26,97	12,93	21,52
240	15,59	16,48	10,18	14,08
Promedio	24,10	27,51	15,63	22,41

* Eficiencia del fertilizante nitrogenado = $\frac{RT - RO}{kg\ N\ aplicado}$; RT = Rendimiento obtenido con tratamiento fertilizado; RO = Rendimiento obtenido con tratamiento testigo.

Tanto la menor recuperación del nitrógeno como la menor eficiencia del fertilizante, en el Grupo III (Cuadros 1 y 2), se deberfan, en gran medida, a las pérdidas del fertilizante nitrogenado por desnitrificación, probablemente originadas por el efecto de inundación y secas, que caracterizan el mal manejo del agua en estos arrozales.

Por otra parte, es necesario considerar que la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados puede variar por el tipo de fertilizante empleado (Ramírez y Sánchez, 1971; Rojas, 1976) y por la época de aplicación del fertilizante (De Datta y Zárate, 1970)

RESUMEN

Durante tres temporadas (1972/73, 1973/74 y 1974/75), se estableció 20 ensayos de fertilización con N P, en potreros de agricultores arroceros en las provincias de Talca, Linares y Ñuble. Se seleccionó nueve experimentos, tres de cada grupo de respuesta, para relacionar el efecto de las dosis de nitrógeno sobre algunos parámetros agronómicos del cultivo.

La fertilización nitrogenada produjo aumentos

en producción de materia seca, esterilidad floral y altura de planta.

La eficiencia del fertilizante nitrogenado (kg de arroz producido/kg de nitrógeno aplicado), fue baja en los suelos sometidos a secas (Grupo II) y disminuyó a medida que se aumentó la cantidad de nitrógeno aplicado.

LITERATURA CITADA

- DE DATTA, S.K. and ZARATE, P.M. 1970. Environmental conditions affecting growth characteristics, nitrogen response and grain yield of tropical rice. *Biometeorology* 4: 71-89.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI). 1965. Annual Report. Manila, Filipinas. p: 189-224.
- KIMURA, Y. and CHIBA, H. 1943. Soil manure. *J. Sci. Japan* 17: 479.
- OTA, Y. and YAMADA, N. 1965. Studies on sterility of indica rice. Part 2. Effect of nitrogen application and depletion at different stages of growth on sterility in indica rice. *Jpn. J. Trop. Agric.* 9: 76-79.
- RAMIREZ, G.E. y SANCHEZ, P.A. 1971. Factores que afectan la eficiencia de utilización del nitrógeno en el cultivo del arroz bajo riego intermitente. *Progr. Nac. Arroz (Perú) Inf. Tec.* 59.
- ROJAS, C. 1976. Evaluación de fertilizantes nitrogenados en arroz. *Agricultura Técnica (Chile)* 36: 145-150.
- ROJAS, C. y ALVARADO, R. 1982. Fertilización nitrogenada y fosfatada en arroz en la región centro sur de Chile. Efecto sobre los rendimientos de grano. *Agricultura Técnica (Chile)* 42(1): 15-21.
- SANCHEZ, P.A., RAMIREZ, G.E.; and DE CALDERON, M.V. 1973. Rice response to nitrogen under high solar radiation and intermittent flooding in Perú. *Agronomy Journal* 65: 523-529.
- SINGH, J.N. and MURAYAMA, N. 1963. Analytical studies on the productive efficiency of nitrogen in rice. *Soil Sci. Plant Nutrition* 9(4): 25-35.
- STANFORD, G. and HUNTER, A.S. 1973. Nitrogen requirements of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Varieties Blueboy and Redcoat. *Agronomy Journal* 65: 442-447.
- TANAKA, A. 1973. Control of soil fertility and fertilizer application. En: Rice growing in cool environment. ASPAC. p. 64-76.
- TANAKA, A.; PATNAIK, S.; and ABICHANDANI, G.T. 1958. Studies on the nutrition of rice plant (*Oriza sativa*). II. A comparative study of nitrogen requirement of Indica and Japonica varieties of rice. *Proc. Indian Acad. Sci. Ser. B.* 48(1): 14-27.
- WESTFALL, D.G. 1970. The nitrogen uptake and efficiency of rice. *Rice Journal* 73(7): 59-60.
- YOSHIDA, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. The International Rice Research Institute. Manila, Filipinas. 269 p.