

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el arroz. Datos preliminares sobre índices foliares para el diagnóstico del estado nutricional en N y eficiencia de la fertilización nitrogenada

MARGARITA GARCIA¹ Y EOLIA TRETO¹

RESUMEN

*Este experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Los Palacios bajo las condiciones de un suelo Ferralítico Cuarcítico, con el objetivo de estudiar la influencia de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento, estado nutricional y eficiencia de la fertilización del arroz (*Oriza sativa* Lin) variedad J-104. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 6 tratamientos y 5 réplicas. Los tratamientos fueron: 0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg N/ha. Los resultados mostraron que los mejores tratamientos se obtuvieron con dosis de 120 kg N/ha por encima de la cual no se obtuvieron respuestas a la fertilización nitrogenada. Una concentración foliar de N comprendida entre 3,1 y 3,3 % fueron óp-*

timas para el cultivo; concentraciones por debajo de 2,7 % resultaron deficientes y mayores de 3,4 % constituyeron con sumo de lujo. La extracción total de N en el momento de la cosecha varió entre 48 y 78 t/ha en dependencia de las dosis estudiadas. El coeficiente de aprovechamiento del fertilizante nitrogenado osciló entre 8-19 % y se obtuvo un índice de 20 kg N remov/t arroz producida. Se encontró que las dosis menores fueron las más eficientes en la utilización del fertilizante nitrogenado, obteniéndose con la dosis de 40 kg N/ha un índice de 70 kg de arroz/kg N aplicado y con la mayor dosis (200 kg N/ha) un índice de 20 kg arroz/kg N aplicado.

INTRODUCCION

De los 12 elementos que en mayor o menor cuantía se utilizan en la fertilización del cultivo del

arroz (Tanaka y Yoshida, 1972), el N, P y K ocupan la mayor parte de ellos ya que son los que general-

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ESCAH, La Habana.

mente se aplican en mayores cantidades (Doyle, 1966). De ellos, el nitrógeno es el de mayor importancia económica ya que es universalmente requerido para la generalidad de los suelos arroceros y es el que mayor influencia tiene sobre los rendimientos (Ten Have, 1972). Además, su requerimiento por el cultivo varía de acuerdo a la región en estudio, el clima, tipo de suelo, variedad, época y fraccionamiento del N.

Por otra parte la eficiencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo del arroz en las condiciones tropicales, puede variar entre un 30 y un 50 %, dependiendo de las diferentes condiciones (Prasad and De Datta, 1979).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental de arroz ubicada en la localidad de Los Palacios, Provincia Pinar del Río, sobre un suelo Ferralítico cuarcítico amarillento rojizo lixiviado lateralizado sobre materiales esquistosos (Instituto de Suelo, 1975). Los valores de sus principales propiedades químicas a las profundidades de 0-20 cm son:

- pH (H₂O: 6,8 CLK: 6,4)
- Cationes Canjeables (meq/100g):
Ca: 8,5, Mg: 1,78; K: 1,6
- P₂O₅ (ppm): 5,6
- M.O. (%): 3,44
- Nt (%): 0,13
- N hidroliz. (ppm): 36,12.

En nuestro país se han realizado pocos estudios en las condiciones de estos suelos Ferralíticos cuarcíticos encaminados a obtener índices para conocer la eficiencia de la fertilización nitrogenada iniciándose este experimento en el año 1980 con los siguientes objetivos.

1. Determinar las dosis de N más adecuada a emplear para la variedad J-104 en estas condiciones.
2. Mediante el diagnóstico foliar, establecer los índices críticos para el cultivo, así como evaluar los índices indicadores de la eficiencia de la fertilización nitrogenada.

Este experimento comenzó a desarrollarse en agosto de 1982 y se mantuvo en el campo hasta diciembre del mismo año. El diseño utilizado fue el de bloques al azar con 6 tratamientos y 5 réplicas.

Se empleó la variedad J.104. Las dosis de N estudiadas fueron: 0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg N/ha. El N se fraccionó en 3 partes iguales, realizándose la primera aplicación al inicio del ahijamiento, la segunda en el ahijamiento activo y la tercera al inicio de la panícula.

El fósforo se aplicó a razón de 80 kg/ha de P₂O₅, antes de la siembra a voleo; no se aplicó potasio. Los portadores empleados

fueron: Urea 46 % N y superfosfato sencillo 20 % P₂O₅. El tamaño de las parcelas fue de 28 m² (7 x 4) y el área cosechable de 10 m². Los muestreos de planta se tomaron en los siguientes momentos: 40, 80 días de germinada y en la cosecha; en cada uno de estos momentos se tomaron 20 plantas/parcelas al azar subdividiéndose las mismas en sus diferentes órganos: raíz, limbo y vaina. En el momento de la cosecha se subdividió el

material en limbo, vaina, panícula, paja y raíz.

Se realizaron mediciones a los 40 y 80 días de germinado y en la cosecha, tomándose el número de hijos/m² y mediciones a la altura de la planta. El índice de área foliar se tomó al 50 % de la floración. Antes de la cosecha se tomaron 30 plantas/parcela al azar para medir el número de granos llenos y vanos por panícula y peso de 1 000 granos.

RESULTADOS Y DISCUSION

CRECIMIENTO VEGETATIVO

Como se muestra en la Tabla 1, la fertilización nitrogenada incrementó los índices de crecimiento evaluados como fueron: altura de la planta, número de hijos/m² y el índice de área foliar (IAF) existiendo diferencias altamente significativas entre las dosis de N empleadas. Así se denotó que los menores valores en los índices evaluados se obtuvieron por debajo de la dosis de 120 kg N/ha. Pa

ra el número de hijos/m² e IAF no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos por encima de 120 kg N/ha; aunque sí se observaron que los índices presentaron valores superiores por encima de esta dosis. No se observó este mismo comportamiento para la altura de la planta donde se obtuvieron incrementos y diferencias significativas con las dosis más altas estudiadas.

Tabla 1: INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO.

Dosis N kg/ha	I.A.F. 50 % Flor	No. hijos/m ² 80 días germ.	Altura planta (cm) 80 días de germinación	Altura final de la cosecha
0	0,83 d	782 c	77 d	82,3 c
40	1,14 c	827 b	80 c	83,8 c
80	1,17 c	828 b	82 bc	87,3 d
120	1,51 b	842 ab	85 b	90,8 c
160	1,55 ab	886 ab	90 a	92,5 b
200	1,67 a	920 a	92 a	95,0 a
E.S. \bar{x}	0,05 **	60,94 *	1,22*	1,20*

RENDIMIENTOS Y SUS COMPONENTES

En el número de hijos fértiles por metro² (Tabla 2), se obtuvieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos alcanzándose los valores mayores con las dosis más altas estudiadas. El rendimiento (t/ha) y la

longitud de la panícula (cm); se elevaron con el incremento de las dosis de N estudiadas; obteniéndose se que los rendimientos encontrados con la dosis de 120 kg N/ha no difirieron significativamente con las dosis superiores.

Tabla 2: INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

Dosis N kg/ha	Rendimiento t/ha	Número Hijos fert/m ²	Longitud panícula (cm)
0	2,29 d	126,0 f	19,02 c
40	2,84 c	137,8 e	19,45 c
80	3,36 b	142,2 d	20,02 bc
120	3,76 ab	148,8 c	20,05 abc
160	3,82 a	154,2 b	20,73 ab
200	4,00 a	163,2 a	21,10 a
E.S. \bar{x}	0,14 **	3,22 **	0,36 **

Tabla 3: INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA CONCENTRACION Y EXTRACCION DE N POR LAS HOJAS.

Dosis N kg/ha	% N (M.S.) 40 días germinadas	80 días germinadas	Extracción N 40 días germinadas	(mg N hojas) 80 días germinadas
0	2,91 d	2,60 c	7,54 c	10,51 d
40	2,98 cd	2,68 c	13,32 b	7,28 c
80	3,06 bcd	2,72 c	12,42 b	14,69 bc
120	3,26 abc	3,09 b	12,11 b	12,83 cd
160	3,37 ab	3,40 a	16,50 a	16,82 b
200	3,55 a	3,57 a	17,30 a	22,51 a
E.S. \bar{x}	0,10 **	0,10 **	0,64 **	0,9 **

CONCENTRACIÓN Y EXTRACCIÓN DE N POR LAS HOJAS

Los análisis foliares efectuados a los 40 y 80 días de germinado el arroz (Tabla 3), reflejaron

las diferencias entre las dosis de N estudiadas, obteniéndose como índice crítico una concentración foliar de 3,3 % a los 40 días y 3,1 % a los 80 días de germinados.

Concentraciones por debajo de 3,0 % N a los 40 días de germinación, corresponden a índices de deficiencias de N y a los 80 días estos índices son por debajo de 2,7 % por debajo de los cuales siempre se obtuvieron respuestas a la fertilización N.

Concentraciones mayores de 3,4 % N en los dos momentos estudiados corresponden a índices que reflejan consumo de lujo por encima de los cuales no se obtuvieron respuestas a la fertilización nitrogenada. Los resultados anteriormente expuestos nos indican que el diagnóstico foliar puede ser utilizado como instrumento para el diagnóstico del estado nutricional de las plantas en N en este cultivo. La extracción de N por las hojas en los dos momentos evaluados reflejaron también las diferencias entre las dosis estudiadas incrementándose la extracción de N foliar acorde con los niveles estudiados obteniéndose los valores más altos con la dosis más alta estudiada.

Estos resultados coinciden con los reportados por Mervyn (1972), el cual encontró una concentración crítica de 2,8 % de N. Así Yoshida (1981), reportó como índice de deficiencia una concentración foliar de 2,5 % N. En este caso los índices de deficiencias encontrados en nuestro trabajo estuvieron por encima de estos valores. Nuestros resultados son similares a los reportados por Ojeda (1979); el cual encontró en el momento del ahijamiento activo como índice de deficiencia

una concentración de 2,8 % N en el limbo y además otras comprendidas entre 3,1-3,5 % de N como rangos óptimos.

INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE LA EXTRACCIÓN DE N POR LA PLANTA. EL COEFICIENTE DE APROVECHAMIENTO Y OTROS ÍNDICES QUE REFLEJAN LA EFICIENCIA.

Los resultados expuestos en la Tabla 4 reflejan el rango de extracción total de N por planta para las diferentes dosis utilizadas el cual oscila entre 48-78 kg/ha de N variando de acuerdo a las dosis empleada. La cantidad de N nativo suministrado al cultivo durante la cosecha varía, así en Japón, Shiga (1976), reportó valores que oscilan entre 50 y 70 kg/ha de N. Los resultados encontrados en nuestro trabajo coinciden con los reportados por el autor ya que el N del suelo extraído por la cosecha fue de 48 kg/ha (testigo). Se refleja también que las mayores extracciones están dadas por las que realizan todos los residuos finales de la cosecha excluyendo la panícula; variándose estas entre 42-64 kg/ha de N. Las menores extracciones fueron realizadas por la panícula, las cuales oscilan entre 5 y 14 t/ha.

Expresando la extracción de N en por ciento se observó que la paja extrae aproximadamente un 85 % y la panícula un 15 %.

En los otros índices evaluados anteriormente se observó que las

extracciones de N variaron acorde con la dosis de N utilizada; realizándose por la planta las menores extracciones con las menores dosis estudiadas.

COMPORTAMIENTO DEL COEFICIENTE DE APROVECHAMIENTO POR EL MÉTODO DE LA DIFERENCIA

El coeficiente de aprovechamiento del fertilizante por el método de las diferencias osciló entre 8-18 % (Tabla 4) obteniéndose los mayores valores de aprovechamiento con las mayores dosis utilizadas. Como se observa, este coeficiente es bajo; lo que coincide con algunos resultados encontrados en nuestro país, así Socorro y col. (1980), en las condiciones de los suelos Gley Tropical reportó coeficientes de aprovechamiento de los fertilizantes nitrogenados valores que oscilan entre 15 y 55 %, Romero (1983), utilizando N₁₅ en un experimento en condiciones de macetas, reportó índices de aprovechamiento entre 9 y 21 % de nitrógeno.

Otros autores Prasad and Datta (1979), citado por Yoshida (1981), reportaron que el coeficiente de aprovechamiento de los fertilizantes N en el cultivo del arroz en varias ocasiones son superiores al 30 %; estas pérdidas son aún mayores en las condiciones de los suelos tropicales en comparación con las zonas templadas. Así, Ponnampereuma (1976), reportó que las pérdidas más impor-

tantes en el cultivo son debidas a la desnitrificación, volatilización y la lixiviación, siendo una de las más importantes las pérdidas por volatilización lo que coincide con Mac Rae y Arcajas (1970), los cuales señalan que por este concepto las pérdidas fluctúan entre 3,5 y 19.0 %.

EXTRACCIÓN DE N POR LOS DIFERENTES ORGANOS DE LA PLANTA EN EL MOMENTO DE LA COSECHA

Como se observa en el Gráfico 1 la extracción por los diferentes órganos se incrementa a medida que se aumentan las dosis de fertilizantes N. En los residuos de la cosecha excluyendo la panícula el orden de extracción de N por los diferentes órganos es el que sigue: vaina>limbo>raíz>paja.

El limbo y la vaina constituyen la parte verde y la de mayor cantidad de materia seca (M.S.) en el momento de la cosecha, por estas razones hacen mayores extracciones de N; no así la raíz, paja y panícula las cuales constituyen la parte seca y fibrosa y de menos peso en (M.S.) siendo por esta razón las que menores extracciones de N hacen por lo que se sugiere tener en cuenta estos datos para en el momento de decidir el destino de los residuos, ya que en muchos casos se practica la quema de los mismos o se desechan lo que hace que un gran por ciento de N se pierda y no sea reintegrado al campo.

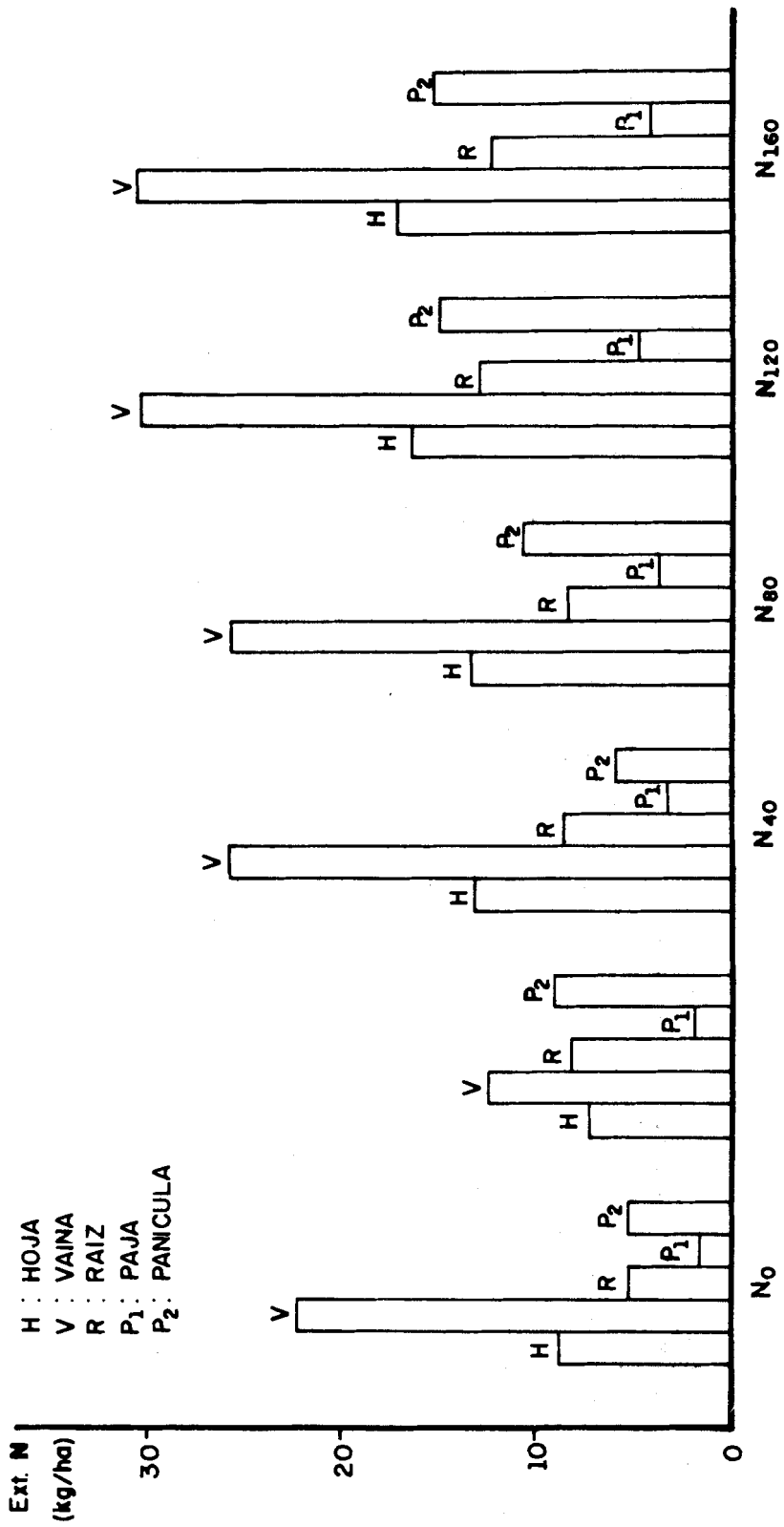


Gráfico 1: EXTRACCION DE N(kg/ha)

Tabla 4: INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA EXTRACCION DE N POR LA PLANTA. INDICES DE APROVECHAMIENTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA.

Dosis N kg/ha	Ext. total planta kg/ha	Ext. panic. kg/ha	Ext. paja kg/ha	% N paja/total	kg N absor. del fertiliz.	Coef. de aprovech. (Met. Dif)	kg N remov/t arroz	Eficiencia kg arroz/kg N aplicado
0	48,25	5,79	42,47	88,00	-	-	21,07	-
40	51,67	9,75	41,92	81,13	3,42	8,55	18,19	71,70
80	60,90	7,16	53,73	88,23	12,65	15,87	18,13	42,0
120	60,25	9,39	50,86	84,41	12,00	10,00	16,02	31,3
160	78,41	14,26	64,14	81,80	30,16	18,85	20,53	23,8
200	75,44	13,11	62,33	82,62	27,19	13,60	18,86	20,0

OTROS ÍNDICES QUE REFLEJAN LA EFICIENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Como se muestra en la Tabla 4, por cada t de arroz producida, son removidos desde 16 hasta 21 kg de N. Este índice coincide con lo establecido por varios investigadores Takahashi (1965) y Yamasaki (1965), los cuales señalaron que en cada cosecha de arroz desarrollada en condiciones ordinarias el cultivo extrae generalmente una cantidad casi constante de N que oscila entre 19-21 kg N removido/t de arroz producida.

Otro índice agronómico utilizado para hallar la eficiencia del fertilizante N es el que está dado por los kg de arroz producido/kg de N aplicado, este índice en las condiciones del experimento oscila

entre 20 y 71 kg arroz/kg N aplicado; observándose que con las dosis más bajas se obtuvo una mayor eficiencia. Estos nos indica que por cada kg N aplicado se obtienen producciones más altas. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Villegas (1978), el cual en las condiciones de Filipinas encontró respuestas satisfactorias en la generalidad de los estudios realizados, arrojando valores de.

35 kg arroz/kg N aplicado a una dosis de 30 kg N/ha, 29 kg de arroz/kg N aplicado a una dosis de 60 kg N/ha; 23 kg de arroz/kg N aplicado a una dosis de 90 kg N/ha.

Este mismo autor reportó que para las variedades indicadas para una dosis de 30 kg/ha se obtiene un índice de 15 kg arroz/kg N aplicado.

REFERENCIAS

- DOLMAT, M.T. and W.H. PATRIC (1980): Chemical Indexdes of Available Soil Nitrogen to Rice Yield. Soil Science. 29(4).
- MEVVYN, W. (1972): Evaluación del status de la nutrición nitrogenada por análisis de la planta. Plant and Soil, 37 (1).
- OJEDA, A. (1979): Resumen de Tesis para optar por el grado Científico de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. Doc. Int. INCA.
- SAHARAWAR, T.L. (1982): Capacidad de suministro de nitrógeno en suelos bajo el cultivo del arroz en condiciones tropicales. Plant and Soil, 69: 11-121.
- SIMS, J.L.; J.P. WELLS and D.L. TACKETT (1967): Predicting Nitrogen Availability to Rice: A comparison of Methods for Determining Nitrogen in Rice from Fields and Reservoir Soils. Soils Sci. Soc. Amer. Proc. 31:672-675.
- YOSHIDA, S. (1981): Fundamentales of Rice Crop Science. International Rice Research. Institute. Los Baños, Laguna, Filipinas.

ABSTRACT

THE EFFECT OF NITROGENOUS FERTILIZATION AN RICE CROP. PRELIMINARY DATA ON LEAF ONDEXES TO DIAGNOSE THE NUTRITIONAL STATUS OF NITROGEN AND THE EFFICIENCY OF ITS FERTILIZATION.

This experiment was carried out in a Quartzitic Ferralitic soil from the Rice Research Station of Los Palacios, with the objective of studying the influence of nitrogenous fertilization on yield, nutritional status and efficiency of fertilization in rice (*Oriza sativa* L.), J-104 var. A randomized block design with 6 treatments and 5 replicates was used. Treatments were as follows: 0, 40, 80, 120, 160 and 200 kg/ha of N. Results have proved that the best treatments were obtained with 120 kg/ha of N; no responses

to nitrogenous fertilization were attained with higher doses. The optimum leaf concentration of N for the crop ranged from 3,1 to 3,3 %; lower concentrations than 2,7 % were considered deficient but higher than 3,4 % constituted a luxury consumption. The whole extraction of N at harvesting time varied between 48 and 78 t/ha, depending on all doses studied. The availability coefficient of N fertilization ranged from 8 to 19 %, obtaining an index of 20 kg of removed N per t of rice produced. The lowest doses were the most efficient for the usage of N fertilization, obtaining 70 kg of rice/kg of N applied by means of the rate of 40 kg/ha of N, whereas with the highest dose (200 kg/ha) 20 kg of rice per kg of N applied were attained.

Manuscrito recibido el 23/XI/84.