

DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE ARROZ (*Oriza sativa L.*) BAJO DOS DISTANCIAS DE TRASPLANTE Y TRES NIVELES DE NITROGENO

Por:

Luis Fernando Saa Valdivieso *
Gustavo Adolfo Tenorio Lourido* y
Joaquín A. González Franco**

COMPENDIO

Las variedades de arroz (*O. sativa L.*) CICA-8 e IR-22 de 25 días se trasplantaron a 20x20 y 30x30 cm. y se sometieron a 3 niveles de N (0, 80 y 160 kg/ha.) fraccionados en 4 partes iguales a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra de semilla pregerminada. El experimento se diseñó en bloques al azar con 3 repeticiones.

A partir de los 45 días, cuando sólo han acumulado el 2.0 (IR-22) y el 2.89% (CICA-8) de la materia seca total, su producción se incrementa hasta los 125 (IR-22) y 135 días (CICA-8). El primordio floral aparece a los 55±3 en IR-22 y en CICA-8 a los 65±3 días y no depende ni de las distancias ni de los niveles ensayados. A partir de los 95 (IR-22) y 105 días (CICA-8) el N se moviliza a los granos. Para las 2 variedades el peso de la materia seca por planta es mayor a 30x30. La densidad de siembra alta produjo la mayor cantidad de materia seca total/m². IR-22 presenta mayor número de tallos efectivos y peso seco de tallos totales/m². El peso seco de las hojas es mayor en CICA-8. El rendimiento promedio de CICA-8 fué de 7 977 t/ha, y 4 731 el de IR-22. A 20x20 se produjo 1.26 veces más grano, pero se necesitan 2.25 veces más plantas que en 30x30. Para las 2 variedades se presentó baja rentabilidad en baja densidad de siembra en el rango 80-160 kg/ha. de N. La relación grano/paja fué 0.72 en IR-22 y 0.96 en CICA-8 y el índice de cosecha fué 0.41 y 0.49 respectivamente.

ABSTRACT

Rice varieties IR-22 and CICA-8 twenty five days old, were planted at two distances (20x20 and 30x30 cm.) and were treated with 3 nitrogen levels (0 - 80 - 160 kg/ha.) fractioned into 4 parts (30 - 45 - 60 - 75 days after seeding). The experiment was conducted as complete randomized blocks with 3 replications.

At 45 days accumulated dry matter were 2.0% and 2.89% and plants accumulated till 125 and 135 days respectively. Floral primordio appeared at 55±3 and 65±3 days and were not affected by planting distances or N levels. After 95 (IR-22) or 105 (CICA-8) days N mobilizes to seeds.

For both varieties, dry matter % was greater at 30x30. Higher seed density produced greater dry matter/m². IR-22 had larger number of tillerings/m². Leaf dry matter weigh was larger with CICA-8. Mean yield was 7.97 t/ha, for CICA-8 and 4.73 for IR-22. At 20x20 cm. planting 1.26 larger yield was obtained having 2.25 more plants than at 30x30. Both varieties had lower rentability at lower planting density in the 80-160 kg/ha range. Grain to straw relation was 0.72 for IR-22 and 0.96 for CICA-8 and yield index were 0.41 and 0.49 respectively.

* Estudiantes de pre-grado U. Nacional de Colombia - Palmira

** Centro Internacional de Agricultura Tropical - Programa de Arroz.

1. INTRODUCCION

El cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*) en Colombia es uno de los más importantes no solo por el área cultivada y el capital que en él se invierte, si-
no porque es básico en la alimentación.

Inadecuadas prácticas culturales, son responsables de aumentos en los costos de producción. Algunos agricultores realizan fertilizaciones innecesarias, debido a que no conocen la época oportuna, la cantidad y la fuente del elemento que requiere el cultivo para su desarrollo normal. En la siembra se están utilizando cantidades de semilla que oscilan entre 150 y 259 kg/ha.; si se trasplantara se ahorraría una gran cantidad ya que sólo se necesitan entre 10 y 15 kg/ha.

Es importante tener un conocimiento de la planta de arroz y de su comportamiento fisiológico frente a las labores de cultivo, para que de esta manera se puedan estudiar las variedades que mejor se adapten a nuestro medio.

El propósito de este trabajo es determinar el efecto de tres niveles de nitrógeno y de dos distancias de trasplante sobre el desarrollo y rendimiento de las variedades de arroz CICA-8 e IR-22.

2. MATERIALES Y METODOS

Los factores de variación en el ensayo, realizado en el lote G-3 del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT- Palmira, Valle, fueron las variedades CICA-8 e IR-22, dos distancias de trasplante (20x20 y 30 x30 cm.) y tres niveles de nitrógeno (0, 80 y 160 kg/ha.). Las dosis 80 y 160 kg/ha. se fraccionaron en cantidades iguales a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra de la semilla pre-germinada.

Las plántulas se trasplantaron a los 25 días y permanecieron bajo inundación continua. Las malezas se controlaron manualmente. El minador de la hoja (*Hydrellia sp.*) en el semillero se controló con Basudín (250 cc/ha) y el manchador del grano (*Oebalus insularis*) con Diazinón (20 kg/ha.)

Por la heterogeneidad en el lote del ensayo se escogió el diseño de bloques al azar. El número de repeticiones fueron 3. De los 16 m² de cada parcela (4.0x4.0), se utilizaron 5.76 m² para medir producción y del área excedente se tomaron las muestras para registrar las otras variables.

Las parcelas se separaron con un caballón de 0.50 m. de ancho por 0.30 m. de alto, con el fin de evitar la infiltración entre parcelas continuas con diferentes niveles de nitrógeno.

En el ensayo se tuvieron en cuenta las siguientes variables: rendimiento del grano en toneladas por hectárea, número de tallos efectivos por metro cuadrado; peso seco de hojas y tallos por metro cuadrado.

Se realizó análisis de varianza para: rendimiento del grano, número de tallo y peso seco de hojas y tallos totales, y pruebas de Duncan para aquellos casos en los cuales hubo diferencia significativa entre los diferentes efectos: distancias, niveles de nitrógeno y variedades.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Datos registrados durante el periodo vegetativo.

3.1.1. Distribución de la materia seca en diferentes etapas de desarrollo de la planta de arroz.

En la variedad IR-22, la producción de materia seca es muy lenta, alcanzando sólo un 20% del total, durante los primeros 45 días de periodo vegetativo. A partir de esta época, la planta de arroz incrementa la producción de materia seca total hasta los 125 días. A los 55 días, época de aparición del primordio floral, la planta tiene sólo un 9.20%. La determinación grano-paja arrojó un valor de 0.72 y el índice de cosecha es de 0.41.

En la variedad CICA-8, la producción de materia seca es muy lenta hasta los 45 días, alcanzando sólo 2.89% del total. A partir de esta fecha la planta aumenta su peso seco total, llegando al máximo a los 135 días. En la época de aparición del primordio floral la materia seca fué de 23.97%. La mitad de la materia seca total de la planta termina en el grano, arrojando como resultado una relación grano/paja de 0.96 y un índice de cosecha de 0.49.

3.1.2. Efecto de la densidad de siembra en la distribución de materia seca.

El mayor peso de las hojas (13.94) y de los tallos (26.92) en la variedad CICA-8 trasplantada a 20x20 cm. se obtiene a los 115 días de la siembra y en IR-22 a los 95 (11.02 g.) y 125 (32.40 g.) días respectivamente. A una distancia de 30x30 cms. las hojas de CICA-8 alcanzan su mayor peso (21.80) a los 115 días y los tallos (49.22) a los 135 días. El mayor peso seco de los granos se presenta a los 135 días en las variedades CICA-8 (63.10 g.) e IR-22 (49.32 g.) trasplantadas a 30x30 cm. mientras que en la distancia 20x20 cm. los valores fueron 35.06 y 26.42 respectivamente.

3.1.3. Dinámica del nitrógeno durante el período vegetativo.

En la variedad IR-22 el nitrógeno aumenta aceleradamente entre los 35 y 65 días en hojas, tallos y planta total. Después de los 65 días disminuye en las hojas, mientras que en el tallo aumenta hasta los 85 días. Entre los 95 y 135 días es notoria la tendencia ascendente del contenido de nitrógeno en el grano registrándose una correlación (R^2) de 0.8 con el nitrógeno total. En la variedad CICA-8 el nitrógeno aumenta rápidamente en hojas y tallos durante los primeros 55 días. El mayor contenido en hojas y tallos se encontró a los 75 y 85 días respectivamente. Entre los 105 y 145 días la relación del N en el grano con el nitrógeno total es 0.99.

3.1.4. Epoca de aparición del primordio floral.

En la variedad IR-22 el primordio floral aparece a los 55 ± 3 días después de la siembra y a los 65 ± 3 en CICA-8. No se observó diferencia en tiempo de aparición del primordio, con respecto a los niveles de nitrógeno ni a las distancias de siembra, pero si hay diferencia en el tamaño al incrementar las dosis de nitrógeno.

3.2. Datos registrados durante la cosecha.

3.2.1. Rendimiento de grano

El análisis de varianza para el rendimiento de grano mostró diferencias significativas entre repeticiones, variedades, distancias de siembra y niveles de nitrógeno (Cuadro 1).

3.2.1.1. Distancia de trasplante.

Se obtienen mayores rendimientos promedios en distancias de 20x20 cm. (7.104 t/ha) que en 30x30 cm (5.604 t/ha). Al aumentar la densidad de población disminuye el rendimiento del grano por planta, pero se incrementa el total debido al número de plantas Matsuo (4), Taichu (7).

3.2.1.2. Variedad

La variedad CICA-8 de hojas erectas, anchas y gruesas y de macollamiento abundante Rosero (6), produjo un rendimiento promedio de 7.977 t/ha, mientras que IR-22, de hojas erectas y macollamiento muy alto (IRRI, 2), produjo 4.731 t/ha.

Cuadro 1

Análisis de varianza para el rendimiento del grano (t /ha.)

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Fc	Pr Fc
Repetición	2	11.501	10.44**	0.006
Variedad	1	94.83	172.17**	0.0001
Distancia	1	20.24	36.75**	0.0001
Niveles de N	2	10.45	9.49**	0.0011
Var. Dist.	1	0.73	0.60 ^{n.s}	0.4480
Dist. x nivel N	2	1.49	1.36 ^{n.s}	0.2779
Var. Dist. nivel N	2	0.576	0.34 ^{n.s}	0.7141

$$\bar{X} = 6.355 \text{ t /ha.}$$

$$S = 0.742$$

$$C.V. = 11.68\%$$

** = Diferencia altamente significativa PrF < 0.01

n.s = Diferencia no significativa

3.2.1.3. Niveles de nitrógeno

Para la variedad CICA-8, el rendimiento aumenta en 1 342 kg/ha. al pasar de 0 (7 052 kg) a 80 kg de nitrógeno (8 394 kg) y sólamente aumenta en 101 kg/ha con aplicaciones de nitrógeno de 80 a 160 kg/ha. (8 495 kg).

Para la variedad IR-22 hay un incremento de 1 145 kg/ha al pasar de 0 (4 137 kg) a 80 kg de nitrógeno (5 182 kg), pero con dosis de 80 a 160 kg/ha de nitrógeno (4 874 kg) los rendimientos disminuyen en 308 kg/ha.

Al utilizar altos niveles de nitrógeno con variedades enanas se debe saber hasta que punto estos niveles resultan rentables, Ottavo (5).

3.2.1.4. Distancia por variedad

La variedad CICA-8 en la distancia de 20x20 cm. produjo 8.823 t/ha y 7.132 en la de 30x30 cm. Para la variedad IR-22 los rendimientos fueron de 5.385 y 4.077 t/ha. respectivamente.

3.2.1.5. Niveles de nitrógeno x distancia x variedad (Figura 1).

El efecto marcado de la densidad de siembra, volvió a aparecer en las dos variedades, con valores más altos en la distancia de 20x20 cm. El efecto de fertilización se manifestó también en las dos variedades, pero con dosis mayores de 80 kg /ha en bajas densidades de siembra disminuye el rendimiento. En distancia de 20x20 cm. aplicaciones mayores de 80 kg/ha. aumentan el rendimiento en 450 kg en CICA-8 y en 333 kg en IR-22.

De acuerdo a los rangos establecidos de aplicación de N se pretende demostrar una relación entre kilogramos de nitrógeno y kilogramos de arroz producidos por unidad de área, para cada una de las variedades con las 2 distancias de siembras determinadas (Cuadro 2). Si por cada kilogramo de nitrógeno aplicado se deben producir 3.84 kg de arroz, se tiene una relación aproximada de 1:4.

Cuadro 2

Nivel de nitrógeno aplicado e incremento en el rendimiento de arroz en dos distancias de trasplante

Variedad	Nivel de N (kg/ha.)	Distancia de trasplante (cm)			
		20x20	Relación (kg./ha.)	30 x 30	Relación (kg./ha.)
CICA-8	0 - 80	980	12.27	1702	21.27
	80-160	450	5.62	- 267	- 3.33
IR-22	0 - 80	902	11.27	1188	14.85
	80-160	333	4.16	- 949	- 11.86

En términos generales, para la variedad CICA-8 el único rango de aplicación que presentó baja rentabilidad fué entre 80 y 160 kg. de N con densidades bajas. La variedad IR-22 presentó el mismo fenómeno, pues a bajas densidades de siembra y altos niveles de nitrógeno la relación es inversa.

3.2.2. Número de tallos efectivos, peso seco de hojas y peso seco de tallos totales por metro cuadrado.

3.2.2.1. Variedad.

La variedad CICA-8 presenta menos tallos efectivos por m^2 (306.97), menor peso seco de tallos totales (562.3) y mayor peso seco de

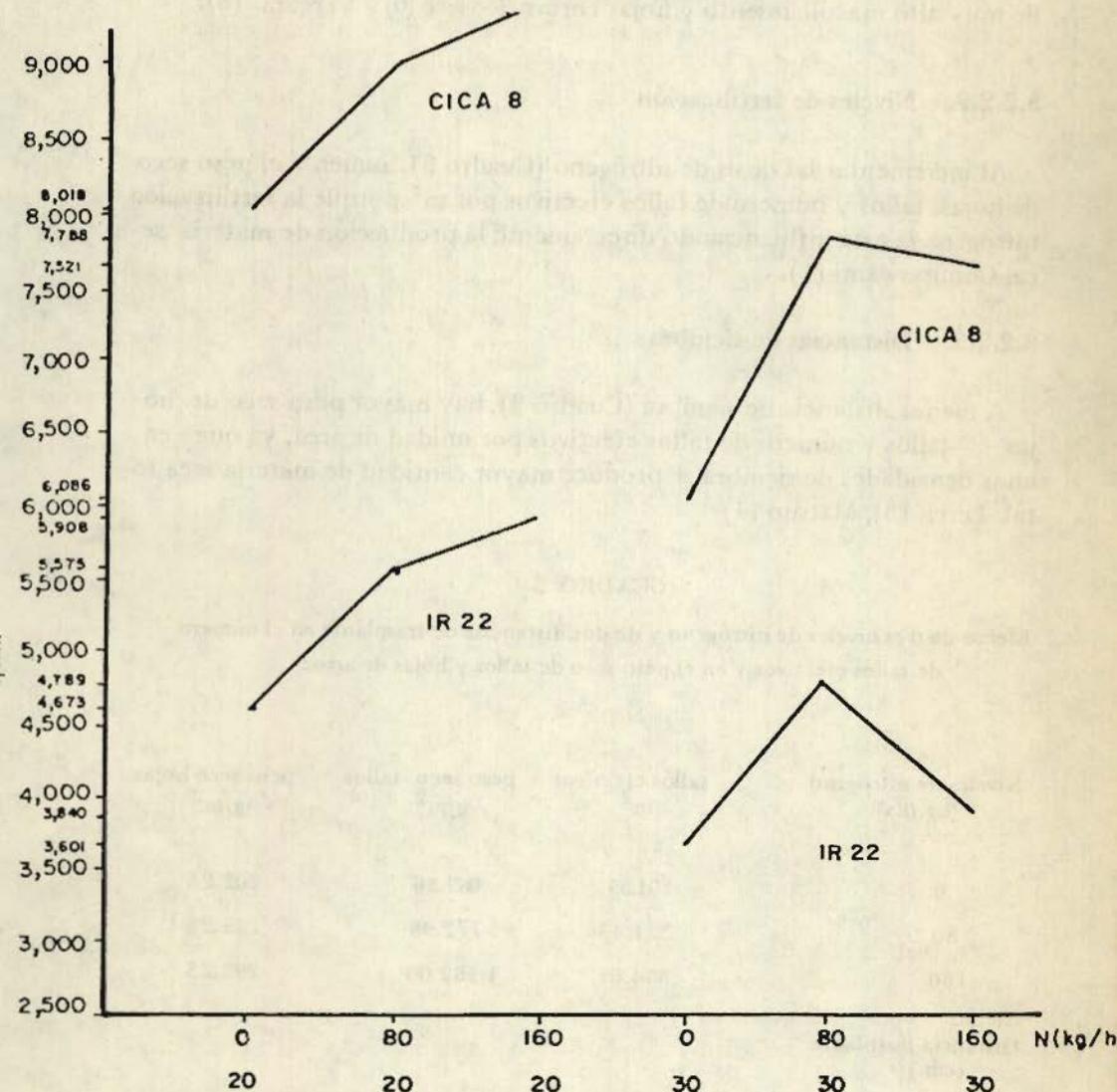


Fig. 1. Interacción variedad de arroz x nivel de N x distancia de trasplante contra rendimiento (t/ha)

hojas por m² (597.47), cuando se compara con la variedad IR-22 (344.73, 1200.9 y 222.34 respectivamente). Estas diferencias se pueden explicar por las características de las variedades. La CICA-8 es de buen macollamiento, hojas erectas, cortas y gruesas mientras que la IR-22 se califica como de muy alto macollamiento y hojas cortas, Rosero (6) y Vergara (8).

3.2.2.2. Niveles de fertilización

Al incrementar las dosis de nitrógeno (Cuadro 3), aumenta el peso seco de hojas, tallos y número de tallos efectivos por m² porque la fertilización nitrogenada está influenciando directamente la producción de materia seca, Chinnaswami (1).

3.2.2.3. Distancias de siembra

A menor distancia de siembra (Cuadro 3), hay mayor peso seco de hojas, tallos y número de tallos efectivos por unidad de área, ya que en altas densidades de siembra se produce mayor cantidad de materia seca total, Lerch (3), Matsuo (4).

CUADRO 3

Efecto de tres niveles de nitrógeno y de dos distancias de trasplante en el número de tallos efectivos y en el peso seco de tallos y hojas de arroz

Niveles de nitrógeno (kg./ha.)	tallos efectivos m ²	peso seco g/m ²	tallos peso seco hojas g/m ²
0	301.55	689.86	202.26
80	321.43	772.98	225.23
160	354.65	1 182.00	295.23
Distancia trasplante (cm.)			
20	373.05	926.80	261.94
30	278.70	836.45	219.88

4. CONCLUSIONES

- 4.1. A menor distancia de siembra se produce mayor cantidad de materia seca total por unidad de superficie y en la distancia de 30x30 cm se produce la mayor cantidad de materia seca total por planta para las dos variedades de arroz.
- 4.2. Las plantas sembradas en la distancia de 20x20 cm. producen más toneladas por hectárea, pero se necesitan 2.25 más plantas que en la distancia de 30x30 cm.
- 4.3. El peso seco del grano por planta, es mayor en la variedad CICA-8 que en IR-22 a distancia de 20x20 cm produciendo 1.26 veces más grano por planta que a 30x30 cm.
- 4.4. La ganancia de peso en los granos (1.08 g/día) y la relación grano/paja (0.96) es mayor en la variedad CICA-8 que en la IR-22 (0.73 g/día y 0.62).
- 4.5. Despues de los 95 y 105 días para IR-22 y CICA-8 respectivamente, el contenido de nitrógeno en la planta se moviliza de las hojas y tallos hacia los granos.
- 4.6. La época de aparición del primordio floral para la variedad IR-22 es a los 55 ± 3 días después de la siembra y para CICA-8 a los 65 ± 3 días y no es afectada por los niveles de nitrógeno y las distancias de trasplante comparadas.
- 4.7. Al aplicar 80 kg de N por hectárea, en la distancia de 20x20 cm se produjo un incremento en los rendimientos de 980 kg para CICA-8 y 902 kg para IR-22. Aplicaciones mayores de 80 kg/ha aumentan los rendimientos en 450 y 333 kg para CICA-8 e IR-22 respectivamente.
- 4.8. Densidades bajas de siembra (30x30) las aplicaciones de nitrogeno mayores de 80 kg/ha disminuyen los rendimientos en 267 y 949 kg. para CICA-8 e IR-22 respectivamente.

5. BIBLIOGRAFIA

1. CHINNASWAMI, K . N. Relationship between varietal adaptability, dry matter production, photosynthesis and respiration in rice as influenced by nitrogen fertilization. *Madras Agricultura Journal* 64(6): 391-393. 1977.

2. INTERNACIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Annual report. Los Baños, Philippines, IRRI, 1970. 265 p.
3. LERCH, G. La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. La Habana, Editorial científico-técnica, 1977. 452 p.
4. MATSUO, T. Varietal responses to nitrogen and spacing. Philippines, IRRI. 1964.
5. OTTAVO, J. A. Niveles y épocas de aplicación de nitrógeno en las variedades de arroz CICA -4 e IR-22. Bogotá ICA, Programa de Arroz, 1975. s.p.
6. ROSERO, M. El cultivo del arroz . Bogotá, Ministerio de Agricultura, 1977 s.p.
7. TAICHU, W. Study on the effects of spacing on Milbuen Rice variety under upland conditions. Philippines, IRRI. 1963.
8. VERGARA, B. S. Crecimiento y desarrollo de la planta. En: Cultivo del arroz; manual de producción. Traducido por Agustín Contin. México, Limusa, 1975. pp. 33-53.