

EFECTO DEL FRACCIONAMIENTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL ARROZ SEMBRADO CON LABOREO CERO O REDUCIDO

Ramón Méndez
Enrique Deambrosi

INTRODUCCIÓN

La observación del comportamiento de las plantas de arroz sembradas con laboreo cero o reducido, ya sea en siembras directas en suelo seco o en agua, ha permitido visualizar un menor desarrollo foliar que no permite al cultivo cubrir los entresurcos. Por otra parte, se nota con estos tipos de siembra, un menor crecimiento radicular en profundidad, limitándose el mismo a unos pocos centímetros de la superficie del suelo.

El objetivo de este trabajo es estudiar los efectos del fraccionamiento de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y desarrollo de las raíces de distintas variedades, alternativa de solución de la posible restricción física causada por la no preparación del suelo, que limita el crecimiento de las raíces.

Análisis del suelo

pH(H ₂ O)	M.O. %	N- Amonio ppm	N - Nitrato ppm	Bray 1 Ppm	K meq/100g
5,5	2,6	14,1	4,8	6,3	0,16

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: Unidad Experimental de Paso de la Laguna

Variedad: INIA Tacuarí

Fecha de siembra: 20.11.97, a razón de 170 kg/ha de semilla.

Diseño: Parcelas divididas, en bloques al azar. Parcela principal: tipo de laboreo (cero o reducido); subparcela: tratamiento de fertilización.

En el Cuadro 5 se detallan las características de los tratamientos: 8 de ellos resultan de combinar 2 dosis de nitrógeno en cobertura (70 y 140 kg/ha) con fraccionamientos o proporciones diferentes de la dosis, en 4 épocas de aplicación (siembra, macollaje, primordio floral, floración). Junto a ellos se incluyó un testigo sin agregado de nitrógeno (sólo aplicación de fósforo).

Fertilización: en la siembra se aplicaron 100 kg/ha de 0-40; las aplicaciones nitrogenadas basales de los tratamientos 2, 3, 4, 6,7 y 8 se hicieron el 15.12.97.

Aplicación de glifosato: 4,5 l/ha de Round up el 10.10.97 en laboreo reducido y 13.10.97 en el caso de cero laboreo.

Cuadro 5 Dosis y fraccionamiento ^{1/}

Trat.	Dosis total kg/ha	S %	Mac %	P F %	F %
1	0	-	-	-	-
2	70	25	25	50	0
3	70	25	25	25	25
4	70	25	50	25	0
5	70	0	50	25	25
6	140	25	25	50	0
7	140	25	25	25	25
8	140	25	50	25	0
9	140	0	50	25	25

^{1/} S= siembra; Mac= macollaje;
PF=primordio floral; F= floración

Control de malezas: se aplicó Facet SC (1,8 l/ha) el 8.12.97.

Se realizaron muestreos de la parte aérea y de las raíces en 3 ocasiones, durante el crecimiento y desarrollo del cultivo: la primera en la fase vegetativa, la segunda a la elongación de entrenudos y la tercera previo a la cosecha.

Riego: se dieron baños el 4.12 y 11.12.97.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el momento de la siembra, existían zonas del ensayo con plantas de raigrás secas, pero de gran volumen, producto del pastoreo ovino aliviado. Estas matas dificultaron mucho la siembra directa sin laboreo, quedando muchas parcelas con tramos de hileras sin emergencia de plantas. No obstante lo particular de la situación, se respetó la evaluación tal cual estaba planteada, pudiendo las diferencias encontradas en esta oportunidad, estar magnificadas con respecto a lo que pueda ser una situación más normal de aprovechamiento de la oferta de forraje.

Se presentan en esta publicación sólo algunos de los resultados analizados, ya que fueron estudiadas 27 variables y se prefiere reunir información de más de un año para emitir opinión sobre alguna de ellas.

En el análisis conjunto se encontraron diferencias estadísticamente significativas por el método de laboreo (probabilidad 0,02) y por la fertilización (prob.: 0,002), no existiendo interacción. El rendimiento promedio obtenido fue de 5.581 kg/ha, con una variación de C.V.: 9,9%.

En el Cuadro 6 se presentan los promedios obtenidos en kg de arroz/ha. Se analizó la descomposición del factorial (dosis x fraccionamiento), no encontrándose significación en los efectos simples en ninguno de las 2 situaciones. En el caso de laboreo reducido existió una tendencia de significación (prob.: 0,07) a la interacción de los 2 factores.

INIA Tacuarí con laboreo reducido rindió más (6.188 kg/ha) que con cero laboreo (5.236 kg/ha). El testigo sin nitrógeno fue la fertilización de menor rendimiento, no existiendo diferencias entre los otros tratamientos, según el test de Tukey (0,05). No obstante, se puede observar que los No. 6 y 9, ambos de 140 kg/ha con mayor peso hacia final del ciclo (50% en el primordio el primero y 25% en primordio - 25% a la floración el segundo) ocupan las 2 posiciones más bajas entre los fertilizados.

Cuadro 6 Rendimiento y tratamientos

Trt	N kg/ha	Fracciona- miento %	Rendim. kg/ha
1	0	-	4.531 b
2	70	25-25-50-0	5.694 a
3	70	25-25-25-25	5.805 a
4	70	25-50-25-0	5.620 a
5	70	0-50-25-25	5.897 a
6	140	25-25-50-0	5.425 ab
7	140	25-25-25-25	5.846 a
8	140	25-50-25-0	6.059 a
9	140	0-50-25-25	5.350 ab
Cero lab.			5.108
Lab. Red.			6.053
Media			5.581

Media (s) seguida (s) por las misma (s) letra (s) no difieren significativamente entre sí; según el test de Tukey (5%)

El estudio de variación del número de panojas en el análisis conjunto dio el mismo resultado, siendo significativos los efectos simples (laboreo y tratamientos), sin existir interacción. En el Cuadro 7 se presenta un resumen de dicha información. Con un promedio general de 481 panojas/m², el laboreo reducido formó más panojas por

El análisis de los granos llenos/panoja indica que existieron diferencias significativas debido a las distintas fertilizaciones, pero no por causa del laboreo. Sin embargo, no fueron significativas las diferencias en el número de granos llenos/m² (promedio: 35052; C.V.: 26,8%; probabilidad de error: 0,13). El peso de granos varió por el laboreo, por la fertilización y se detectó significación en la interacción de los 2 factores, pero el rango de variación de los promedios es pequeño (20,3 g el valor mínimo, 21,3 g el máximo).

Cuadro 7 Panojas Fraccionamiento

Tr.	N Kg/ha	Fracciona- miento %	Panojas por m ²
1	0	-	403 b
2	70	25-25-50-0	515 ab
3	70	25-25-25-25	457 ab
4	70	25-50-25-0	472 ab
5	70	0-50-25-25	417 b
6	140	25-25-50-0	509 ab
7	140	25-25-25-25	512 ab
8	140	25-50-25-0	472 ab
9	140	0-50-25-25	572 a
Cero lab.			461
Lab. Red.			501
Media			481

Media (s) seguida (s) por las misma (s) letra (s) no difieren significativamente entre sí, según el test de Tukey (5%)

En referencia al estudio de producción de raíces, se presenta en el Cuadro 8 un resumen de los análisis realizados con la primera extracción del material, en la etapa temprana. El método de laboreo tuvo incidencia significativa en la producción de materia seca de raíces y parte aérea. Ello a su vez se vio reflejado en una mayor producción de materia seca total (raíces + aérea), pero no fue diferente la relación aérea/raíz, desde el punto de vista estadístico. Como es lógico, en esta etapa del ciclo del cultivo no se encontraron diferencias debido a la fertilización en estas variables, ya que la mayoría de los tratamientos no estaban aplicados.

Cuadro 8 Materia seca en la primera extracción. Fraccionamiento de nitrógeno

Análisis de varianza Fuente de variación	Raíces probabilidad	Parte aérea probabilidad.	M. seca total probabilidad	Relación aérea/raíz
Método de laboreo	0,07	0,001	0,01	0,35
Fertilización	> 0,4	0,31	0,24	> 0,4
Método X Fertiliz.	0,39	0,37	0,34	>0,4
Media general	2,076	3,083	5,159	1,58
Prom. Sin Laboreo	1,670	2,344	4,015	1,50
Prom. Lab. Reducido	2,481	3,822	6,304	1,67
C.V.%	36,6	29,7	28,1	29,1

En el Cuadro 9 se presenta un resumen similar de los análisis de varianza correspondiente a los registros obtenidos en la segunda extracción del material. Puede llamar la atención que si se comparan los valores de las 2 épocas, no se estaría detectando un crecimiento. Cabe destacar que estos muestreos fueron realizados en 10 plantas no consecutivas, extraídas al azar de una hilera. Por ello, debido a errores de muestreo, valores promedio dentro de algún tratamiento pueden no estar en directa coincidencia con los de la muestra anterior. Se puede notar que

los coeficientes son más elevados en la segunda oportunidad y que comienzan a detectarse los efectos de la fertilización, aún cuando no todos los tratamientos estaban ejecutados.

Cuadro 9 Materia seca en la segunda extracción (10 plantas)

Análisis de varianza Fuente de variación	Raíces Probabilidad	Parte aérea probabilidad.	M. seca total probabilidad	Relación aérea/raíz
Método de laboreo	0,14	0,03	0,05	> 0,4
Fertilización	> 0,4	0,06	0,12	0,10
Método X Fertiliz.	> 0,4	> 0,4	> 0,4	0,36
Media general	2,463	3,457	5,920	1,434
Prom. Sin Laboreo	2,126	2,811	4,937	1,372
Prom. Lab. Reducido	2,800	4,104	6,904	1,496
C.V.%	37,7	38,3	34,9	27,9

En el Cuadro 10 se muestran los resultados obtenidos al momento de cosecha. En esta ocasión, los muestreos fueron realizados extrayendo la totalidad de las plantas ubicadas en un tramo de hilera de 0,5 m de longitud seleccionado al azar. Se puede notar la evolución de los efectos de las fuentes de variación. En primer lugar, la mayor incidencia que pasa a tener la fertilización en los resultados obtenidos (raíces, paja, grano y total), mientras que no se encontró significación estadística en el efecto del laboreo en la cantidad de materia seca en forma de raíces.

Cuadro 10 Materia seca a la cosecha (total de plantas en 0,5 m lineales)

Análisis de varianza Fuente de variación	Probabilidad				Probab. Relación	
	Raíces	paja	grano	total	gr/paja	gr/raíz
Método de laboreo	> 0,4	0,34	0,05	0,02	0,02	> 0,4
Fertilización	0,001	0,09	0,06	0,009	0,30	> 0,4
Método X Fertiliz.	> 0,4	0,26	> 0,4	> 0,4	0,06	> 0,4
Media general	16,291	46,752	42,122	105,165	0,91	2,75
Prom. Sin Laboreo	15,333	45,704	39,807	108,844	0,88	2,69
Prom. Lab. Reducido	17,248	47,800	44,437	109,485	0,94	2,81
C.V.%	24,89	24,2	27,8	20,9	21,4	30,8

Para finalizar se presenta en el Cuadro 11 los coeficientes de correlación del rendimiento con algunas de las variables analizadas y que mostraron significación en su relación. No todas ellas fueron modificadas por los factores manejados como tratamientos en esta evaluación.

Cuadro 11 Correlaciones de algunas variables con el rendimiento (n= 54)

Variables	r	Probabilidad
Panojas/m ²	0,29	0,03
Granos llenos/panoja	0,30	0,03
Granos llenos/m ²	0,44	0,000
Granos totales/m ²	0,27	0,05
Materia seca como raíces - 1a muestra	0,44	0,000
Materia seca parte aérea - 1a muestra	0,45	0,000
Materia seca total - 1a muestra	0,49	0,000
Materia seca como raíces - 2a muestra	0,23	0,10
Materia seca parte aérea - 2a muestra	0,37	0,005
Materia seca total - 2a muestra	0,34	0,01
Relación parte aérea/raíz - 2a muestra	0,27	0,05
Materia seca como raíces - cosecha	0,36	0,007
Relación grano/paja - cosecha	0,31	0,02

Es interesante la fuerte relación del rendimiento con la producción de materia seca registrada en las primeras etapas, no sólo en raíces sino también en la parte aérea ($r=0,44$ y $0,45$ respectivamente). También fueron significativas las relaciones con los datos registrados en la segunda extracción.

El número de panojas por unidad de superficie, los granos llenos/panoja y en especial su combinación, los granos llenos/m², también mostraron una alta relación con el grano de arroz cosechado.

COMENTARIOS FINALES

Se comenzó a trabajar en la evaluación de la producción de raíces como resultado de la reducción y/o eliminación del laboreo y tratamientos de fertilización.

Por varias razones, se debe ser criterioso en la formulación de conclusiones sobre los resultados obtenidos. En primer lugar fue una zafra muy particular desde el punto de vista climático. En segundo término el proceso de extracción de las raíces a campo, es una operación muy delicada y que requiere no sólo tiempo, sino también metodología y experiencia, para no dañar el sistema radicular. No obstante lo anterior con todos los errores que ello implica, se han podido establecer relaciones interesantes entre las variables estudiadas, lo que abre cierto optimismo sobre la posibilidad de generar conocimientos de utilidad en el futuro, una vez que se disponga de mayor dominio del tema.