

## MANEJO DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL

### I. FERTILIZACIÓN

#### RESPUESTA DE INIA Olimar A LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y A SU FRACCIONAMIENTO

Enrique Deambrosi<sup>1/</sup>, Ramón Méndez<sup>1/</sup>, Stella Avila<sup>1/</sup>

En los 3 años anteriores se ha generado información sobre las respuestas de INIA Olimar a aplicaciones de nitrógeno en distintas situaciones. Por un lado, en interacción con distintas densidades de siembra y por otro instalando ensayos regionales para estudiar los efectos en distintas zonas de producción de la Cuenca de la Laguna Merín.

Por una razón práctica de manejo de los ensayos, en dicho tipo de estudios las cantidades totales de nitrógeno fueron aplicadas en forma proporcional equitativa en los 3 momentos habitualmente utilizados en el país (1/3 en cada época: siembra – macollaje - elongación de entrenudos).

Desde muchos años atrás se ha insistido, en que no sólo importan las cantidades, sino también la forma de administrar los insumos. Ello provee a los productores y al país de 2 tipos de beneficios. Por un lado, se incrementa la eficiencia de utilización de los mismos, bajando los costos de producción. Por otro, se evita descargar sobre los recursos utilizados (suelo, agua), excesos nitrogenados no utilizados por el cultivo que pueden resultar perjudiciales para el ambiente. En resumen, no sólo importa llegar a conocer las cantidades necesarias a aplicar, para maximizar la productividad, sino que también se debe estudiar la conveniencia de suministrar el nitrógeno de igual manera que para las otras variedades. Si bien INIA Olimar posee una capacidad de macollaje similar,

dispone de una arquitectura de planta diferente a El Paso 144, con hojas más erectas y menor producción de área foliar, que llena menos el entresurco, pero que le proporciona a final de ciclo un mejor balance de producción de grano vs paja (índice de cosecha).

Por tal motivo, se inició este estudio de respuesta a diferentes niveles de nitrógeno y a 4 formas distintas de suministrarlo, variando las proporciones de los mismos que son aplicados en cada una de las 3 épocas.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó el diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con un arreglo factorial de las dos variables: niveles de nitrógeno y fraccionamiento de la dosis.

El tamaño de parcelas fue de (4 x 5) m<sup>2</sup>.

Se utilizaron 5 dosis totales de nitrógeno: 0, 35, 70, 105 y 140 kg/ha de N, dividiéndose las aplicaciones en las 3 épocas: siembra, macollaje y elongación de entrenudos. Se establecieron 4 tipos de fraccionamiento: 1) 1/3 en cada oportunidad; 2) 20% en siembra, 50% al macollaje, 30% en elongación; 3) 20% en siembra, 30% en macollaje, 50% en elongación; 4) 20% en siembra y 80% en macollaje. En todos los casos se utilizó urea como fuente nitrogenada. La dosis de siembra fue aplicada e incorporada junto a 50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La aplicación de macollaje se realizó en seco, inundándose en forma inmediata el cultivo.

<sup>1/</sup> INIA Treinta y Tres

La siembra se realizó a mano, al voleo, a razón de 490 semillas viables/m<sup>2</sup> (una densidad 25% menor a lo que se venía utilizando tradicionalmente).

Se extrajeron muestras de suelos en cada uno de los bloques del ensayo, las que fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de INIA La Estanzuela.

Análisis de suelos – Nitrógeno, INIA Olimar

pH(H <sub>2</sub> O)	C.O. * %	P(Bray 1) ppm	K meq/100g
4,8	1,66	4,8	0,24
4,6	1,53	6,1	0,23
4,6	1,61	3,7	0,26

\* M.O.% = C.O. x 1,724

Se sembró el 25 de octubre de 2004.

A comienzos de floración se extrajo al azar de cada parcela una muestra de (0,3 x 0,3) m<sup>2</sup>, cortada al ras del suelo, para medir el contenido y absorción de nitrógeno. Dichos análisis de plantas fueron realizados en INIA La Estanzuela. En forma simultánea, se realizaron lecturas con un medidor de clorofila (SPAD), como método simple y rápido de estimación del contenido nitrogenado de las hojas. En forma previa a la cosecha se extrajeron de cada parcela otras 2 muestras al azar de igual tamaño, una para realizar el análisis de componentes del rendimiento y la otra, también cortada a ras del suelo, para estudiar el índice de cosecha. También se

midió la altura de 6 plantas y se realizó la lectura de las enfermedades presentes en cada parcela \*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al momento de cosecha, más de la mitad de las parcelas estaban volcadas y/o semivolcadas, como consecuencia de fuertes vientos ocurridos días antes.

Se obtuvo un rendimiento promedio de 10.088 kg/ha, con un coeficiente de variación de 7,6%. El análisis estadístico indica que existieron efectos significativos no muy marcados debido a las aplicaciones de nitrógeno (probabilidad: 0,11) y al fraccionamiento de la misma (prob.: 0,07), sin detectar interacción entre los 2 factores. El promedio de rendimientos del testigo sin aplicación de nitrógeno fue de 9.794 kg/ha. De acuerdo al análisis del suelo, el contenido de carbono está dentro de los valores esperables en Paso de la Laguna, siendo el lugar donde fue instalado el ensayo algo más fértil que otros potreros de la Unidad Experimental.

En el Cuadro 1 se presentan los promedios obtenidos según los tipos de fraccionamiento (efecto más confiable, según el análisis estadístico). Se obtuvo el mayor valor con el tipo 2, donde se aplicó el 20% a la siembra, 50% al macollaje y 30% en la elongación de entrenudos.

Cuadro 1. Efecto del tipo de fraccionamiento de las aplicaciones de nitrógeno sobre el rendimiento (kg/ha) de INIA Olimar. Paso de la Laguna. 2004-05

% de la dosis total en siembra, macollaje y elongación de entrenudos			
33-33-33	20-50-30	20-30-50	20-80-0
10.004	10.479	9.718	10.151

En la Figura 1 se presenta en forma gráfica la muy débil tendencia de incremento de los rendimientos (regresión significativa sólo al 10% de probabilidad), que presenta un

máximo físico en 88 kg/ha de N con una muy baja eficiencia de 8,9 kg de arroz por kg de nitrógeno aplicado.

\* trabajo realizado por Luis A. Casales

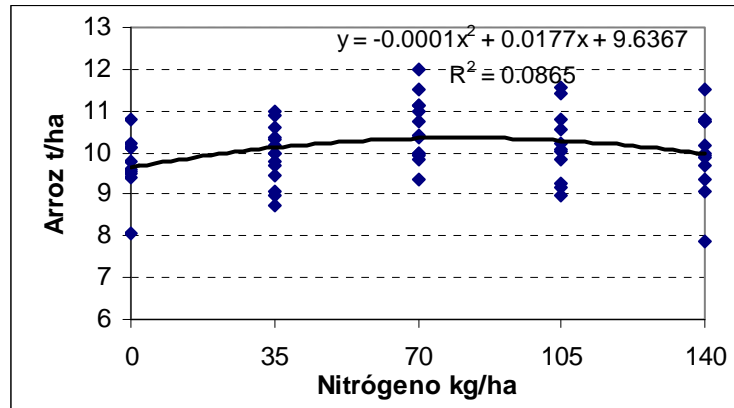


Figura 1. Efectos de las aplicaciones de nitrógeno en el rendimiento de INIA Olimar (n=60). Paso de la Laguna. 2004-05

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de los resultados de los análisis estadísticos efectuados con los registros de componentes del rendimiento y la altura de plantas. En general no existieron efectos significativos importantes de los factores manejados sobre los primeros, con excepción del peso de granos.

En promedio se produjeron 602 panojas por metro cuadrado, las que presentaron un total de 83 granos, de los cuales se llenaron 71, por lo que la esterilidad no fue muy alta

(15%). El peso de los granos varió de acuerdo al tipo de fraccionamiento (prob.: 0,01) y levemente por el N aplicado (prob.: 0,1). En la Figura 2 se pueden observar en forma conjunta dichos efectos, que no resultan muy claros;

La altura de plantas (promedio 84,2 cm) no varió por los efectos simples de los factores, sino por su interacción (prob.: 0,07; Figura 3). Tampoco se distinguen en esta gráfica conceptos destacables

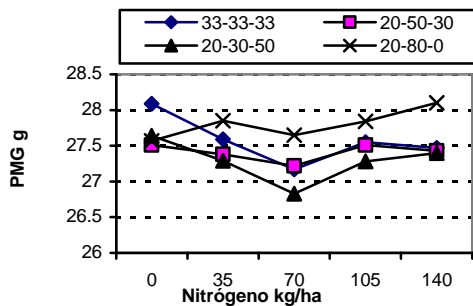


Figura 2. Efectos de las aplicaciones de nitrógeno y del tipo de fraccionamiento en el peso de granos de INIA Olimar. Paso de la Laguna. 2004-05

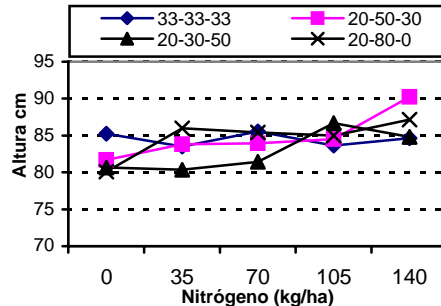


Figura 3. Efectos de la interacción nitrógeno por tipo de fraccionamiento en la altura de plantas de INIA Olimar. Paso de la Laguna. 2004-05

Cuadro 2. Significación de efectos de aplicaciones de nitrógeno y tipo de fraccionamiento en componentes\* del rendimiento y altura de plantas de INIA Olimar. Paso de la Laguna, 2004-05

	Pan por m <sup>2</sup>	Granos tot/pan	Granos llen/pan	Granos vacíos/pan	Peso de granos	Altura cm
Probabilidad (N)	ns	ns	0,38	0,39	0,10	0,001
Probabilidad (Frac.)	ns	0,21	0,28	ns	0,01	0,15
Probab. (N x Frac)	ns	0,26	0,40	0,42	ns	0,07
Promedio	602	83,3	70,7	12,3	27,52	84,2
C.V. %	21,9	18,5	20,1	34,3	1,6	3,2

Pan por m<sup>2</sup>= panojas/m<sup>2</sup>; tot/pan= total por panoja; llenos/pan= llenos por panoja; vacíos/pan= vacíos por panoja

En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en otras variables registradas al inicio de floración y a la cosecha: producción de materia seca, contenido y absorción de nitrógeno, lecturas realizadas con el SPAD, e índice de cosecha. Las aplicaciones de nitrógeno tuvieron incidencia significativa en todas ellas,

mientras que el tipo de fraccionamiento sólo afectó las lecturas realizadas con el SPAD. En el caso de contenido de N (%) se halló interacción significativa entre N y fraccionamiento.

Cuadro 3. Significación de efectos de aplicaciones de nitrógeno y tipo de fraccionamiento en contenidos de N, producción de materia seca e índice de cosecha en INIA Olimar. Paso de la Laguna, 2004-05

	Al inicio de floración				A la cosecha	
	Materia Seca	%N	Absorción de N	SPAD registros	Mat. Seca paja	Índice cosecha
Probabilidad (N)	0,000	0,001	0,000	0,007	0,02	0,000
Probabilidad (Frac.)	ns	0,31	ns	0,08	ns	ns
Probab. (N x Frac)	ns	0,01	0,16	0,27	ns	ns
Promedio	13.048	1,01	143,8	36,75	11.255	0,53
C.V. %	20,1	11,4	23,5	2,8	17,9	6,0

En el Cuadro 4 se presentan los promedios correspondientes a variables del Cuadro 3, que no fueron afectadas por la interacción, en respuesta a las aplicaciones de N. La producción de paja se incrementó en forma importante hasta la dosis media, manteniéndose entorno de las 12 toneladas. El índice de cosecha por lo contrario, que presentaba valores de 0,54 en el testigo y la dosis de 35 kg/ha, comenzó a decrecer con el incremento de nitrógeno y como consecuencia de

producción de paja, que no se vio acompañada por mayor formación de grano. El nitrógeno absorbido a inicios de la floración, presentó en respuesta a las aplicaciones de nitrógeno, una tendencia similar a la producción de materia seca como paja. Las lecturas realizadas con el SPAD, estimador de clorofila, también siguen la misma tendencia, presentando un máximo valor con la dosis de 70 kg/ha.

Cuadro 4. Efectos de las aplicaciones de nitrógeno y del tipo de fraccionamiento en contenidos de N y producción de materia seca en INIA Olimar. P. de la Laguna, 2004-05

Variable	Nitrógeno kg/ha				
	0	35	70	105	140
N absorbido	111,3	114,6	169,8	152,9	170,7
SPAD	36.07	36.12	37.41	37.06	37.08
MS paja cosecha	9.931	10.335	12.088	11.782	12.144
Ind. Cosecha	0,54	0,54	0,53	0,52	0,50

Las enfermedades de los tallos no fueron importantes, y los registros de lectura variaron por efectos de la interacción N x fraccionamiento. El promedio de los índices de severidad fueron 18,4% para el Manchado de vainas y 21,2% para la Podredumbre de los tallos.

El peso de granos fue el único componente que estuvo relacionado con el rendimiento; la correlación fue negativa y significativa al 8% de probabilidad (Cuadro 5). La producción de materia seca a inicios de floración se correlacionó débilmente con el rendimiento ( $r= 0,21$ ; prob.: 0,11).

**Cuadro 5. Correlaciones con rendimiento. Nitrógeno y fraccionamiento en INIA Olimar. 2004-05**

	pan	llen/p	vac/p	tot/p	PMG	altura	MSflor.
<b>Coeficiente "r"</b>	0,04	-0,1	0,07	0,05	-0,23	0,04	0,21
<b>Probabilidad</b>	1,0	1,0	1,0	1,0	0,08	1,0	0,11

pan= panojas/m<sup>2</sup>; llen/p= granos llenos/panoja; vac/p= granos vacíos/panoja; tot/p= total de granos/panoja; PMG= peso de 1000 granos; MSflor.= materia seca a inicios de floración

En este experimento se utilizó por primera vez el SPAD, como posible estimador del contenido de N en la hoja. En el Cuadro 6 se presentan algunas correlaciones estudiadas con los valores de lecturas del SPAD, realizadas a inicios de floración. Llama la atención que las lecturas no tienen relación con el contenido nitrogenado de las plantas enteras, pero sí con el

rendimiento obtenido ( $r= 0,26$ ; prob.: 0,05). A su vez se encontró una correlación negativa y muy significativa con el peso de granos; como fue mencionado en el párrafo anterior, el PMG se correlacionó también en forma negativa con el rendimiento.

**Cuadro 5. Correlaciones de lecturas de SPAD con contenido de N en plantas, rendimiento y peso de granos. Nitrógeno y fraccionamiento en INIA Olimar. 2004-05**

	% Nitrógeno	Rendimiento	PMG
<b>Coeficiente "r"</b>	0,05	0,26	-0,45
<b>Probabilidad</b>	1,0	0,05	0,000