



## Producción de rastrojo en cultivares de maíz con diferentes ofertas de agua y nitrógeno.

■ Pedrol Hugo M., Castellarín Julio M., Ferraguti Facundo.  
Manejo de Cultivos. EEA Oliveros INTA

Palabras claves: Maíz. Biomasa. Fertilización nitrogenada. Nivel hídrico.

### Introducción

En los últimos años en el sur de la provincia de Santa Fe como en el resto de la región maicera típica se produjo un paulatino desplazamiento de los cultivos productores de rastrojo voluminoso como el maíz y sorgo granífero, por el cultivo de soja.

Las causas de la sustitución del maíz por la soja fueron diversas pero las principales se pueden enumerar en:

- Mayor dependencia del maíz a las condiciones climáticas, especialmente en lo referente a disponibilidad de agua y a su mayor exigencia de nutrientes.
- Mayor complejidad técnica y mayor costo en el control de malezas .
- Menores riesgos, menor inversión y mayor simplicidad del cultivo de la soja.
- Menor rentabilidad del maíz en ambientes poco favorables.

Si bien el cultivo de la soja es el más rentable, de menor riesgo y de mayor retorno por capital invertido, a largo plazo este proceso no es la mejor alternativa ya que se contraponen con un desarrollo agropecuario sustentable.

Una actividad productiva es sustentable si permite obtener producciones rentables sin comprometer la capacidad de producción de los recursos involucrado y sin generar efectos negativos en otros componentes del ambiente.

En este sentido la rotación de cultivos es la clave tecnológica disponible para armonizar los objetivos de corto y largo plazo y en ella, el cultivo de maíz cumple un rol central. Ensayos de secuencias de cultivo realizados en el sur de Santa Fe demuestran la importancia del maíz como antecesor, permitiendo diversificar los riesgos productivos, inhibiendo la proliferación de patógenos, insectos y malezas (Papa et al. 2002) y evitando desequilibrios químicos de importancia.

Las rotaciones también influyen en las condiciones físicas de los suelos, principalmente en lo que se refiere al estado estructural y distribución de raíces . Este efecto está dado por la cantidad y calidad del rastrojo que se produce y se devuelve al suelo, en este sentido se destacan el maíz y sorgo por su elevada producción, siendo menor en soja. Además el sistema radical del maíz aumenta la proporción de macroporos en el suelo, condición favorable para el crecimiento de las raíces de los cultivos siguientes.

Con respecto a la calidad de los rastrojos, es ampliamente aceptado que los productos de la degradación de la lignina y compuestos nitrogenados son los mayores constituyentes de la materia orgánica humificada y estable del suelo. La incorporación de rastrojos con alta concentración de lignina y la adición de nitrógeno puede ser una opción de manejo que conduzca al incremento del carbono del suelo.

Los rastrojos del maíz, con una elevada relación C/N, se descomponen y liberan los nutrientes más lentamente que los de soja. Si bien estos últimos por tener mayor proporción de lignina que los de maíz contribuyen positivamente al balance



de materia orgánica, la producción por hectárea de los mismos es muy reducida.

La producción de rastrojos del maíz, aunque abundante, puede ser muy variable ya que depende del crecimiento del cultivo. En lotes de producción se registraron valores que oscilaron entre 6 y 12 t ha<sup>-1</sup>. Los valores más altos fueron registrados en suelos argiúdoles típicos y haplúdoles de buena aptitud agrícola. Los menores valores (y a su vez con mayor variabilidad) se encontraron en argiúdoles vérticos erosionados del SE de la provincia de Santa Fe, los cuales muestran mayores respuestas relativas según manejo del agua y fertilización, por ejemplo una fertilización balanceada con nitrógeno, fósforo y azufre produjo incrementos en el rendimiento y biomasa del maíz del orden del 40 al 50%. Es claro que en estas últimas situaciones es donde sería más importante la inclusión del maíz en la secuencia, aunque los aportes en valor absoluto sean de menor magnitud.

Existe abundante información sobre los efectos benéficos de la inclusión del maíz en la rotación. En un ensayo de secuencias de cultivos realizado en Murphy (Santa Fe) Castellarín et al. (1994) observaron que la participación del maíz produjo importantes incrementos en los rendimientos del cultivo siguiente. El cultivo de trigo en la secuencia soja - maíz - trigo / soja rindió un 24% más que en la secuencia trigo / soja continua (promedio de seis años) cuando no se fertilizó con nitrógeno; cuando se fertilizó con 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, el trigo en la primera secuencia rindió un 80% más que en el monocultivo, siendo a su vez más constante (100% de los años con respuesta vs. 50% de años con respuesta). En el caso de soja de segunda el rendimiento promedio de seis años en la secuencia que incluía el maíz fue de 3.275 kg ha<sup>-1</sup>, superior en un 23% al rendimiento en la secuencia trigo / soja.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la contribución de rastrojos de cultivares comerciales de maíz creciendo con diferentes aportes de nitrógeno y agua.

### Materiales y método

Se evaluó la producción de rastrojo en diez cultivares de maíz (cuatro de ciclo intermedio y seis de ciclo completo) participantes de los ensayos de evaluación de cultivares conducidos en esta EEA en siembra directa. (Tabla 1). Los cultivares fueron elegidos de modo que visualmente su crecimiento representara todo el rango de crecimientos observados en los cultivares. Los ensayos fueron conducidos con dos niveles hídricos (H): en

secano y con riego suplementario a partir de hoja bandera. Dentro de cada nivel hídrico, cada cultivar recibió dos niveles de nitrógeno: N11, con sólo el nitrógeno contenido en el fertilizante empleado como arrancador (Fosfato monoamónico), y N111 como el anterior más 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (con urea aplicada al voleo en V5) (Tabla 2).

Luego de madurez fisiológica en cada parcela se seleccionaron dos plantas que mostraban las características generales de la parcela (altura, crecimiento, etc.) y correspondieran a la densidad del ensayo (7,15 pl m<sup>2</sup>). Las mismas fueron procesadas, separando las hojas, tallo y espigas, que fueron secadas en estufa con circulación de aire, a 60 °C durante cuatro días. Las espigas fueron pesadas separadamente del resto y trilladas. El peso de las plantas se convirtió a hectárea, obteniéndose la biomasa aérea producida por hectárea. Restando el peso seco de los granos por hectárea de la biomasa aérea, se obtuvo el peso del rastrojo (en materia seca).

Con estos datos se efectuó análisis de la varianza (Tabla 3). Como resultó significativa la interacción tratamiento por cultivar, se efectuó el análisis de los tratamientos dentro de cada cultivar.

### Resultados:

Resultaron estadísticamente significativas ( $P < 0,5$ ) las diferencias entre cultivares, dosis de N, nivel hídrico, la interacción doble Cultivar\*Dosis de N y la interacción triple Cultivar\*Dosis de N\*Nivel hídrico. (Tabla 3).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre cultivares en la producción de rastrojo dentro de cada uno de los tratamientos; (Tabla 4). La mayor producción de rastrojo resultó superior en alrededor de un 25 % respecto a la menor (Tabla 5) (Figura 1).

La aplicación de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N como urea en V5 provocó un aumento medio del 26,1% en la cantidad de rastrojo producido; todos los cultivares evaluados presentaron una respuesta promedio importante al agregado de nitrógeno debido a la baja fertilidad natural del lote.

La mayor respuesta a la fertilización nitrogenada se observó en Ax 852 MG, LT 625 MG, DM 2741 MG y AM 82323 CL.(Figura 2)

El riego suplementario aplicado a partir de hoja bandera produjo un incremento promedio del 10,3 % en la producción de rastrojo; la respuesta fue muy dispar entre los cultivares (Figura 2) y de menor magnitud que la anterior, debido a las relati-



vamente buenas precipitaciones ocurridas desde R1 en adelante.

Los cultivares con mayor incremento de biomasa aérea al aplicar riego suplementario fueron Ax882 CL MG, LT 625 MG y I 860

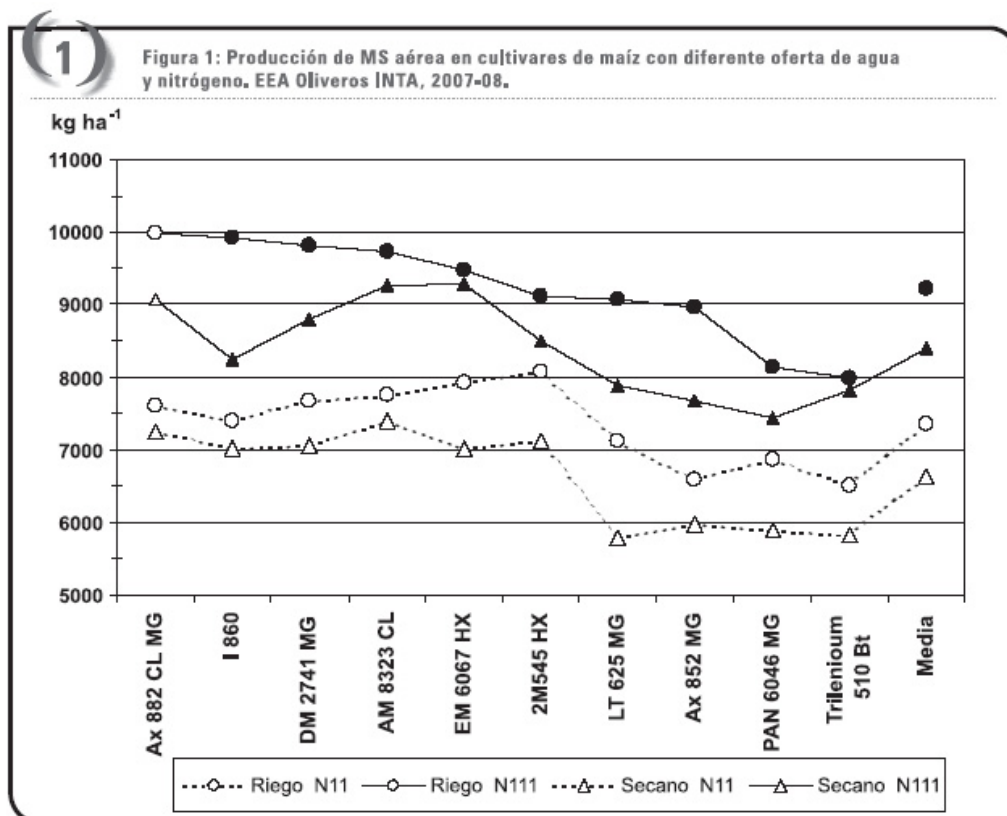
### Conclusiones:

- Los valores de rastrojo registrados se encuentran dentro de los rangos encontrados en la bibliografía. Como contribución al sistema debiera considerarse además el aporte de las raíces, frecuentemente estimado en alrededor del 25% de la parte aérea.
- En todos los cultivares la diferente oferta de recursos (combinaciones de dosis de N y nivel hídrico) generó importantes diferencias en la producción de rastrojos.
- Se observaron diferencias importantes (de hasta tres toneladas y media por hectárea) entre cultivares en la producción de rastrojo.

### Bibliografía

Castellarín J., Pedrol H.M., Babijazuck P. y Rosso O. 1994. Secuencia agrícola con dos sistemas de labranza en el S.O. de la provincia de Santa Fe. En: Encuentro de Profesionales hacia una agricultura sustentable. P. 64. INTA.

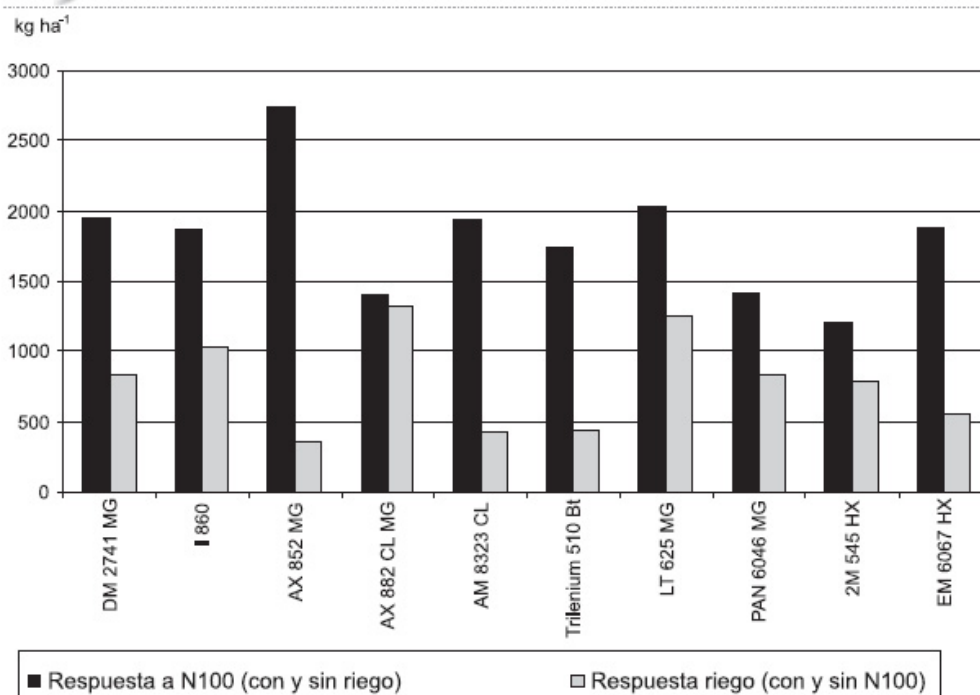
Pedrol H., Castellarín J. y Salvagiotti F. 2004. Importancia del maíz en la rotación de los cultivos. Sustentabilidad y diversificación de riesgos productivos. Idia XXI. Año IV Nº 6. pp 141-146.





2

Figura 2: Respuesta promedio (kg/ha) de los cultivares al agregado de nitrógeno y al riego.



1

Tabla 1. Cultivares evaluados

	Cultivar	Criadero	Ciclo
3	DM 2741 MG	Asoc. Don Mario	Intermedio
6	I 860	Illinois	
9	Ax 852 MG	Nidera Semillas	
12	Ax 882 CL MG	Nidera Semillas	
52	AM 8323 CL	Advanta Semillas	Completo
55	Trilenium 510 Bt	ATAR	
60	LT 625 MG	La Tijereta	
69	PAN 6046 MG	Pannar	
85	2M545 HX	Dow	
88	EM 6067 HX	Dow	

2

Tabla 2. Tratamientos efectuados.

Tratamientos		Oferta de:	
Nº	Identificación	Nivel hídrico (H)	Dosis de Nitrógeno (N)
1	Riego * N11	Riego suplementario desde hoja bandera	11 kg ha <sup>-1</sup> de N (arrancador)
2	Riego * N111	Riego suplementario desde hoja bandera	11 kg ha <sup>-1</sup> (arrancador) + 100 ha <sup>-1</sup> en V5 (UREA)
3	Secano * N11	Secano	11 kg ha <sup>-1</sup> de N (arrancador)
4	Secano * N111	Secano	11 kg ha <sup>-1</sup> (arrancador) + 100 ha <sup>-1</sup> en V5 (UREA)

3

Tabla 3. Análisis de la varianza.

Fuente de Variación	P valor
Cultivares	< 0,0001
Dosis de N	< 0,0001
Nivel Hídrico	< 0,0001
Cultivar * Dosis N	0,026
Cultivar * Nivel hídrico	0,123
Dosis N * Nivel Hídrico	0,561
Cultivar * Dosis N * Nivel Hídrico	0,019

4

Tabla 4. Producción de rastrojo (expresada como materia seca) según cultivar y tratamiento.

Trat. Nº	Tratamientos	Todos los cultivares	Duncan 0,05 (*)	Cultivares de ciclo intermedio			
				DM 2741 MG kg ha <sup>-1</sup> ; (*)	I 860 kg ha <sup>-1</sup> ; (*)	Ax 852 MG kg ha <sup>-1</sup> ; (*)	Ax 882 CL MG kg ha <sup>-1</sup> ; (*)
2	Riego * N111	9222	A	9823	9912	9077	9981
4	Secano * N111	8396	B	8791	8246	8973	7678
1	Riego * N11	7353	C	7681	7397	6594	7609
3	Secano * N11	6631	D	7049	7008	5982	7250
	Media	7901		8336	8141	7657	8130
	C.V.	6,70%		8,54%	4,67%	3,72%	3,60%

Trat. Nº	Cultivares de ciclo completo					
	AM 8323 CL kg ha <sup>-1</sup> ; (*)	Trilenium 510 Bt kg ha <sup>-1</sup> ; (*)	LT 625 MG kg ha <sup>-1</sup> ; (*)	PAN 6046 MG kg ha <sup>-1</sup> ; (*)	2M545 HX kg ha <sup>-1</sup> ; (*)	EM 6067 HX kg ha <sup>-1</sup> ; (*)
2	9738	7995	9070	8142	9111	9470
4	9271	7811	7883	7438	8495	9272
1	7757	6511	7110	6857	8075	7934
3	7385	5818	5785	5889	7121	7027
	Media	8538	7034	7462	7082	8201
	C.V.	7,32%	3,98%	8,10%	4,65%	7,32%

(\*) Medias seguidas por una misma letra no difieren significativamente según la prueba de Duncan al 5%

5

Tabla 5. Rango de los valores de rastrojo dentro de cada tratamiento.

Trat. Nº	Tratamientos	Mayor	Menor	Diferencia	Diferencia %
2	Riego * N111	9981	7995	1986	24,8
4	Secano * N111	9272	7438	1834	24,7
1	Riego * N11	8075	6511	1564	24,0
3	Secano * N11	7250	5785	1465	25,3