

NOTA DE INVESTIGACIÓN

ROTACIÓN DE MAÍZ Y SOJA EN SIEMBRA DIRECTA CON RIEGO EN EL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES

García, P. A., Ferrero, A. R. y Balbi, C. N.
Cátedra de Cultivos I – Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE.

RESUMEN

El trabajo realizado en el Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, tuvo por finalidad determinar la factibilidad agronómica de un sistema productivo de doble cultivo con secuencia primavera-estival, utilizando riego suplementario, en un suelo Udipsament árgico, perteneciente a la serie Ensenada Grande.

Se analizaron los resultados de dos modelos alternativos de rotación: maíz-soja y soja-maíz en siembra directa durante tres campañas agrícolas 1995/96, 96/97 y 97/98. El ensayo se realizó en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en parcelas de 3.5 por 7 metros. Los materiales utilizados fueron seleccionados de acuerdo con la fecha de siembra, la fertilización fue ajustada según expectativas de altos rendimientos y los riegos complementarios fueron realizados según el balance hídrico de cada campaña. Se evaluó el rendimiento final y la producción de rastrojo de cada cultivo. Estadísticamente se compararon los dos sistemas de rotación y los rendimientos de cada uno de los cultivos según fecha de siembra, estableciéndose resultados favorables a la rotación maíz-soja.

Palabras claves: Rotación, Maíz – Soja, Siembra Directa, Riego, Corrientes.

SUMMARY

The work was done at Experimental Field – Ciencias Agrarias Faculty- UNNE (North East National University). The aim was determined the agronomic factibility of a productive system based on double sequential spring-summer crop, using supplementary irrigation. Soil was a argic Udipsament, Ensenada Grande Serie. Two alternative crop rotation models were analysed: corn-soybean and soybean-corn, with no tillage, during three crop seasons, 1995/96, 96/97 and 97/98. Trial was done in a randomised design,

with four replications. Plot size was 3,5 m. x 7 m. Materials were selected according to sowing date. Fertilization was regulated for high yields and supplementary irrigation were done according to water balance each year. At harvest, crop and stubble were evaluated. Two rotative systems and crop yield of each crop by sown date was statistically analysed. Results showed better response in corn-soybean rotation.

Key words: Rotation, Maize-Soybean, No-till, Irrigation, Corrientes.

INTRODUCCIÓN

A mediados de la década de 1980, comienza a difundirse en el país el sistema de siembra directa (SD) o labranza cero, alcanzando en poco tiempo un importante crecimiento del área sembrada, afirmándose que en la campaña 1999/00 se han superado 9.250.000 hectáreas (AAPRESID, 2.000).

De esta manera se presenta como un sistema de producción legitimado por el sector; con ventajas comparativas tanto en la perspectiva de la preservación del recurso suelo como en función de la rentabilidad, ya que los datos históricos indican que el sistema agrícola conservacionista con siembra directa, aumenta la materia orgánica (MO) y el agua del suelo, evita la erosión, estabiliza los rendimientos y disminuye el riesgo agrícola. El manejo de la siembra directa es una llave hacia una agricultura más sustentable (Papendick, 1996).

El sistema se sustenta en la optimización de la captación del agua pluvial, el control de los procesos erosivos, el incremento de la fertilidad natural de los suelos, racionalización del uso de la energía, importantes resultados económicos por disminución de los tiempos operativos, lo cual ayuda a conducir el crecimiento empresarial hacia niveles de competitividad y eficiencia (Peiretti, 1998).

Una característica común observada en las evaluaciones realizadas en numerosos ensayos, ha sido el de encontrar mayor contenido de MO en la capa superficial bajo SD que en condiciones de laboreos convencionales (Buschiazzi y Panigatti, 1996; Fontanetto y Gambaudo, 1996). Dicho contenido, unido al no laboreo del suelo, modifica las condiciones dinámicas del nitrógeno con impacto desfavorable en su disponibilidad para los cultivos (Baumer, 1996).

La no-labranza, acompañada de los rastrojos y restos del cultivo anterior incluida la totalidad de las raíces, plantea modificaciones sustanciales en la protección del suelo contra los agentes erosivos, en la actividad biológica (García, 1996) y consecuentemente en las prácticas agronómicas vinculadas a su manejo.

Ante la necesidad de mejorar la rentabilidad y eficiencia de los sistemas productivos y propender a evitar el deterioro de recursos naturales, se hace imprescindible la búsqueda de modelos agrícolas alternativos, para los sistemas del Nordeste Argentino (NEA), que contemplen en un sentido amplio los criterios de sustentabilidad; entendiéndose por agricultura sustentable: "a aquella que procura establecer una productividad alta del suelo en forma permanente, de manera de conservar o restablecer un medio ambiente ecológico equilibrado, y que además entienda la viabilidad económica y el mejoramiento de la calidad de vida" (Derpsch, 1997).

En algunas regiones del país, incluida la provincia del Chaco, se desarrollan modelos de producción basados en siembra directa y doble cultivo, buscando superar problemas hídricos, edafoclimáticos y agroeconómicos, siendo el caso más difundido la rotación trigo-soja, trigo-maíz, trigo-algodón, en sistemas de secano. Estas rotaciones incluyen cultivos secuenciales invierno-estivales, (Ferrero, et al., 1997).

Debido a que en las provincias del NEA los registros térmicos y el período libre de heladas ofrecen valores diferenciales a la región pampeana, y además hay disponibilidad de suelos aptos para riego y agua suficiente para cubrir la demanda complementaria de los cultivos en períodos críticos, se plantea la posibilidad de recurrir a los criterios probados en

siembra directa, incorporando el riego complementario, sobre la base de secuencias de cultivos de ciclo primavero-estival, de buen comportamiento en los sistemas agroecológicos de la región.

Con esta propuesta tecnológica de doble cultivo estival, y la posibilidad de recurrir al riego complementario, se pretende ajustar la información tendiente a la definición del modelo en estudio en su aspecto agronómico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, durante las campañas 95/96, 96/97 y 97/98; en un suelo identificado como Udipsamment árgico, mixto hipertérmico, perteneciente a la serie Ensenada Grande en fase erosionada (Escobar et al. 1994), luego de tres años de cultivos en directa.

Durante las tres campañas se evaluaron en forma simultánea dos secuencias de cultivos, Maíz-Soja y Soja-Maíz, que se identifican como Rotación I y Rotación II, en un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones en parcelas de 3,5 por 7 metros.

En maíz, la densidad de siembra en las dos rotaciones fue de 59.000 plantas por hectárea, lográndose con 3 semillas por metro lineal, en el distanciamiento de líneas a 0,52 metros y con 4 semillas por metro lineal, en el distanciamiento de líneas a 0,70 metros.

La soja de segunda del grupo 9 de maduración de la rotación I, se sembró luego de cosechado el maíz de primera y previa aplicación de herbicida glifosato 3 litros por hectárea. La siembra fue realizada en líneas separadas a 0,35 y 0,70 metros, al igual que la soja de primera de la rotación II, lográndose entre 200.000 y 240.000 plantas por hectárea.

El material genético utilizado fue el siguiente: para la Rotación I: maíz híbrido simple DK 664 y Pioneer 3069, sembrados durante la primer semana de septiembre; y soja del grupo 9 de maduración, Famaillá 837 y FT 11, sembradas en el mes de enero luego de la cosecha del maíz. Para la Rotación II: soja grupo 5 de maduración, de crecimiento indeterminado Asgrow 5409 y

Primavera 100, sembradas en la primer semana de septiembre y los mismos híbridos de maíz, sembrados en enero luego de cosechada la soja.

Previo a la siembra se controlaron las malezas presentes, aplicando herbicida sistémico no selectivo (Glifosato 48%), en una dosis equivalente a 3 litros por hectárea, y se extrajeron muestras de suelo en dos profundidades: 0-20 y 20-40 centímetros, para ajustar las fertilizaciones según la demanda estimada para altos rendimientos.

En maíz, el fósforo y potasio se aplicaron únicamente al momento de la siembra, en la línea y en profundidad. El nitrógeno se aplicó el 50% a la siembra y el 50% restante cuando el maíz tenía 4 hojas desplegadas, incorporado subsuperficialmente al suelo y a un costado de la línea de plantas.

El equivalente en kilogramos por hectárea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) aplicado de cada nutriente y en cada campaña fue de 90 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Nitrógeno, 25 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Fósforo (P_2O_5) y 20 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Potasio (K_2O).

En soja, sólo se fertilizó en el momento de la siembra, en la línea y en profundidad, a razón de 20 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Nitrógeno, 20 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Fósforo (P_2O_5) y 20 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Potasio (K_2O).

La semilla de maíz se trató con fungicida e insecticida y la semilla de soja se inoculó y se trató con fungicida. El fungicida utilizado fue a base de carboxin+thiram, en una dosis de producto comercial de 300 cc cada 100 kg de semilla y el insecticida que se aplicó únicamente en el maíz, mezclado con el fungicida, fue Teflutrina B, en una dosis de producto comercial de 100 cc cada 100 kg de semilla. Se realizaron los riegos complementarios en forma manual, se busco cubrir la demanda hídrica de los cultivos, en especial en períodos críticos de consumo de agua.

En el maíz de primera de la rotación I, en el año 1995, el agua disponible fue insuficiente durante todo el ciclo, debido a las escasas precipitaciones producidas.

El agua suplementaria aplicada en el ensayo y en el ciclo del cultivo, fue equivalente a 180 milímetros por hectárea, con un 80% del total,

suministrado en el periodo de prefloración-floración, etapas críticas, por mayor consumo de agua.

En la soja de primera, de la rotación II del mismo año, también fue necesario el riego y se suministraron, al igual que en el maíz, 180 milímetros por hectárea, en especial en los periodos de máximo requerimiento hídrico. Esto coincidió con la etapa de floración (R1-R2) y formación de vainas (R3-R4).

Este déficit hídrico ocurrió en el mes de noviembre donde la media de milímetros por precipitaciones fue muy por debajo de lo normal.

En el maíz y soja de segunda, del año 1997, el riego suplementario realizado fue equivalente a 100 milímetros por hectárea, en el mes de marzo, debido a la gran demanda de los cultivos y las escasas precipitaciones ocurridas (Cuadro 1).

Durante el ciclo de los cultivos se realizaron los respectivos controles de malezas, con herbicidas selectivos postemergentes. En maíz se aplicó Atrazina 3 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ + Bentazon 1,4 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$, en post-emergencia temprana, en las dos densidades de siembra y en especial en el distanciamiento de líneas a 0,70 metros, se aplicó 0,20 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Dicamba, para controlar malezas latifoliadas, debido a la mayor proliferación de malezas en las líneas más separadas, ya que el cierre del canopeo del cultivo demandó más tiempo, por lo tanto la competencia con las malezas fue menos eficiente.

En soja se aplicó Metribuzin 1 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$, en preemergencia y al igual que en maíz en el distanciamiento de líneas a 0,70 metros, fue necesario aplicar otro herbicida, en este caso Clorimuron Etil 25%, 0,04 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, para el control de malezas latifoliadas.

Con respecto a plagas se controló, *Spodóptera frugiperda* en maíz y soja con Deltametrina 5%, a razón de 0,05 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$, y en maíz se controló *Diatraea saccharalis*, con Clorpirifos 48% + Cipermetrina 25%, a razón de 0,50 + 0,06 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$, con muy buen control, en especial en aplicación temprana con la planta con 1-2 hojas. Se repitió, el mayor problema de insectos, en las siembras tardías.

La cosecha se realizó en forma manual y

posteriormente se cuantificó el aporte de rastrojo al suelo de cada cultivo, por recolección de plantas enteras y hojas caídas por metro cuadrado. Este material fue secado a estufa a 65°C y luego pesado. Se determinó el rendimiento en granos en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, de maíz y soja en las respectivas parcelas.

Se realizó el análisis de la varianza, probándose las diferencias entre medias con la prueba de Tukey al nivel 5 %.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

En los Cuadros 2 y 3, se pueden ver los resultados de los rendimientos de los cultivos en la rotación identificada con el Número I, que consiste en la secuencia Maíz-Soja; y en los Cuadros 4 y 5, los resultados de rendimientos de los cultivos en la rotación identificada con el

número II, que consiste en la secuencia Soja-Maíz.

En el Cuadro 2, se observan los rendimientos medios de maíz para los dos híbridos evaluados; en los dos distanciamientos considerados, manteniendo idéntica densidad de siembra; y en el cuadro 3, los rendimientos de las dos variedades de soja de segunda, con idéntica diferencia en separación de líneas.

En el Cuadro 4, se muestran los rendimientos medios de Soja de primera y en el Cuadro 5, del Maíz de segunda.

En el Cuadro 6, se pueden observar los rendimientos promedios de cada uno de los cultivos utilizados, independientemente de los híbridos y variedades.

Cuadro 1 Precipitaciones Mensuales en milímetros

Campaña	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo
95/96	9.6	30.0	70.0	44.4	80.4	29.4	123.6	224.4	135.8	275.6	471.3	27.2
96/97	16.0	3.2	31.7	88.3	300.6	169.8	575.5	104.1	338.7	69.6	67.8	89.8
97/98	31.7	12.3	29.8	107.5	234.7	323.7	209.1	298.7	330.6	194.4	528.8	44.4
Medias 60-94	70.5	45.1	44.6	61.7	135.2	150.2	119.3	167.6	135.7	167.7	191.4	100.7

Fuente: CETEPRO. Centro Tecnológico de Producción – Gobierno de Japón - Provincia de Corrientes.

Cuadro 2 Rotación I – Rendimientos en grano de Maíz
 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

Campaña Agrícola	Maíz DK 664		Pioneer 3069	
	Distanciamiento 0.52 m	Distanciamiento 0.70 m	Distanciamiento 0.52 m	Distanciamiento 0.70 m
1995/96	6310	5960	6450	6300
1996/97	6508	6390	6773	6700
1997/98	6600	6440	6800	6880
Media	6472 b	6263 b	6674 a	6626 a

- letras iguales no presentan diferencias significativas al 5%.

Cuadro 3 Rotación I – Rendimientos en grano de Soja
kg.ha⁻¹

Campaña Agrícola	Famailla 837		FT 11	
	Distanciamiento 0.35 m	Distanciamiento 0.70 m	Distanciamiento 0.35 m	Distanciamiento 0.70 m
1995/96	2050	2120	2100	2200
1996/97	2238	2270	2190	2100
1997/98	2300	2180	2350	2320
Media	2196 a	2190 a	2213 a	2206 a

- letras iguales no presentan diferencias significativas al 5%.

Cuadro 4 Rotación II – Rendimientos en grano de Soja
kg.ha⁻¹

Campaña Agrícola	Primavera 100		Asgrow 5409	
	Distanciamiento 0.35 m	Distanciamiento 0.70 m	Distanciamiento 0.35 m	Distanciamiento 0.70 m
1995/96	1950	1920	2010	2120
1996/97	2115	2050	2108	2030
1997/98	2120	2060	2180	2150
Media	2061 b	2010 b	2099 a	2100 a

- letras iguales no presentan diferencias significativas al 5%.

Cuadro 5 Rotación II – Rendimientos en grano de Maíz
kg.ha⁻¹

Campaña Agrícola	DK 664		Pioneer 3069	
	Distanciamiento 0.52 m	Distanciamiento 0.70 m	Distanciamiento 0.52 m	Distanciamiento 0.70 m
1995/96	5664	5450	5300	5350
1996/97	6363	6250	6548	6400
1997/98	5700	5890	5290	6020
Media	5909 a	5863 a	5712 a	5923 a

- letras iguales no presentan diferencias significativas al 5%.

Cuadro 6 Rendimientos Totales Promedios
Producción en Granos y Rastrojos (kg.ha⁻¹)

Campaña Agrícola	ROTACIÓN I				ROTACIÓN II			
	Rendimiento - kg.ha ⁻¹		Rastrojos - kg.ha ⁻¹		Rendimiento - kg.ha ⁻¹		Rastrojos -kg.ha ⁻¹	
	Maíz 1°	Soja 2°	Maíz 1°	Soja 2°	Soja 1°	Maíz 2°	Soja 1°	Maíz 2°
1995/96	6255	2117	8100	4120	2000	5441	4150	7800
1996/97	6592	2199	8580	4350	2075	6390	4190	8800
1997/98	6680	2287	8950	4490	2127	5725	4310	8000
MEDIA	6509	2201	8543	4320	2067	5862	4216	8200

* Valores medios del total de los materiales intervinientes en sus diferentes espaciamentos.

En la rotación I. el híbrido de Maíz Pioneer 3069, tuvo mejor comportamiento en rendimiento en grano, y en la soja de segunda no se manifestaron diferencias significativas al 5%.

En la rotación señalada, se muestra que la secuencia maíz-soja es agrónomicamente viable y que el maíz en siembras tempranas puede expresar en buen grado su potencial de rendimiento, con diferencias significativas con respecto al maíz de segunda y se comporta como un excelente antecesor para la siembra directa de soja de segunda, dejando abundante rastrojo en post-cosecha.

La soja sembrada en forma tardía tuvo un buen comportamiento productivo en las condiciones climáticas imperantes durante el ensayo, con diferencias significativas respecto de la soja temprana.

La rotación II ha mostrado ser también agrónomicamente viable. La soja de primavera que se aconseja para siembras tempranas, arrojó diferencias significativas comparativamente menor que la soja de segunda. A pesar de ello, su comportamiento productivo es interesante por la mayor precocidad y para diferentes estrategias de producción. De las variedades ensayadas, la Asgrow 5409 mostró un mejor rendimiento.

En las siembras de maíz de segunda no se observaron diferencias significativas entre los materiales y distanciamientos.

En términos generales los valores promedios que se observan en el cuadro 6, demuestran que la secuencia maíz-soja, ha tenido un comportamiento superior a la rotación inversa, con independencia de los materiales utilizados y los distanciamientos evaluados, y que el aporte de rastrojos al suelo en ambas secuencias ha sido de magnitudes relevantes.

CONCLUSIONES

A partir de los materiales genéticos utilizados, ambas secuencias aparecen con perspectivas agrónomicas para ser desarrolladas en la región, aunque los rendimientos fueron bajos dadas las características del suelo utilizado.

En la consideración de ambas rotaciones, se considera apropiado propender al uso de la secuencia Maíz-Soja.

Si bien el acercamiento entre líneas no aparece significativamente relevante, su importancia agrónómica lo hace más aconsejable para contribuir al control de malezas.

Se destaca que los resultados logrados y las conclusiones se refieren a los materiales genéticos utilizados, no obstante se considera que la secuencia de dos cultivos estivales es agrónomicamente viable.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. Gacetilla informativa. Año 11, Agosto de 2000.
- Baumer R. 1996. Fertilización y sistemas de laboreo e implantación. III Seminario de Actualización Técnica. Fertilización en Cultivos extensivos y forrajeras. Buenos Aires. CPIA-S.R.A.
- Buschiazzo D. y J. Panigatti. 1996. Consideraciones finales. Labranzas en la región semiárida Argentina. E.E.A. INTA G. Covas, La Pampa, Argentina.
- Derpsch R. 1997. Importancia de la siembra directa, para obtener la sustentabilidad de la producción agrícola. En Actas del V Congreso Nacional de AAPRESID. Pag. 153-176. Mar del Plata, Argentina.
- Escobar E., D.Ligier, R. Melgar, H.Matteio, y O.Vallejos. 1994. Suelos: Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Provincia de Corrientes. Convenios Provincia de Corrientes-CFI; y INTA-ICA.
- Ferrero, A.R.; P.A. García y C.N. Balbi. 1997. La siembra directa en el este Chaqueño. En actas tomo III. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Pag. 85-88. Corrientes, Argentina.
- Fontanetto H, y S. Gambaudo. 1996. Sistemas de labranzas para el trigo: Su influencia sobre propiedades físicas y químicas del suelo. E.E.A. INTA. Rafaela.
- García, F. 1996. Dinámica del nitrógeno en ecosistemas agrícolas: efectos de la siembra directa. En actas del curso de siembra directa para profesionales asesores. 29-30-31 de octubre. Pag. 40-52. INTA Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.
- Papendick, R. 1996. Impacto de la siembra directa sobre el suelo: 20 años de experiencia. En actas del Cuarto Congreso Nacional de AAPRESID. Tomo II. Pag. 87-104. Villa Giardino, Córdoba, Argentina.
- Peiretti, R. 1998. La siembra directa y las rotaciones como estrategia de crecimiento empresarial. En actas del VI Congreso Nacional de AAPRESID. Pag. 67-123. Mar del Plata, Argentina.