



XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo
II Reunión Nacional “Materia Orgánica y Sustancias Húmicas”

Producción sustentable en ambientes frágiles

Bahía Blanca, 5 al 9 de mayo de 2014

RENDIMIENTO DE SOJA EN DIFERENTES ROTACIONES, LABRANZAS Y FERTILIZACION

Cerliani, C.*; Balboa, G.; Espósito, G.; Cerioni, G.A.; Morla, F.D.

Depto. de Producción Vegetal – Facultad de Agronomía y Veterinaria - UNRC.

* ccerliani@ayv.unrc.edu.ar; Ruta Nacional 36 km 601 (5800) Río Cuarto (CBA); 0358-4676504

INTRODUCCIÓN

La región Sur de la provincia de Córdoba se caracteriza por presentar sistemas agropecuarios mixtos en los cuales coexisten la agricultura y la ganadería (de Prada y Penna, 2008). Estos sistemas se caracterizan por presentar en sus esquemas de rotación la utilización de pasturas a base de alfalfa, además es común que los productores utilicen los residuos de cosecha en la alimentación animal, a través del pastoreo directo, ambas prácticas generan modificaciones de las propiedades físicas y químicas del suelo.

En el largo plazo el uso de la rotación de cultivos o la aplicación de carbono suplementario de fuentes tales como el estiércol o residuos vegetales adicionales pueden aumentar la agregación del suelo, la estabilidad, la actividad microbiana, el almacenamiento de agua, optimizando así el entorno físico para el crecimiento de los cultivos (Karlen y Doran, 1993). Bricchi *et al.* (2004) encontraron, en estudios realizados en esta región, que el contenido de carbono orgánico disminuyó por efecto del pastoreo de los rastrojos, resultados similares fueron encontrados por Larson *et al.* (1972), Black (1973) y Ressia *et al.* (1998).

La rotación de cultivos, así como también la fertilización mejoran a largo plazo las propiedades del suelo (Zoltan *et al.*, 2000). Cisneros *et al.* (1998), señalan que las secuencias de cultivo que incluyen gramíneas y/o pasturas en la rotación producen una recuperación más efectiva de la condición estructural del suelo y con ello del crecimiento de los cultivos.

Por otro lado, numerosos trabajos han demostrado que la fertilización fosfatada genera efectos positivos sobre el rendimiento de los cultivos (García *et al.*, 1997; Berardo *et al.*, 1999; Berardo y Marino, 2000).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento del cultivo de soja y sus componentes ante la adición continua de Fósforo, bajo distintas rotaciones y sistemas de labranza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante las campañas agrícolas 2004/05; 2006/07 y 2011/12 en el establecimiento “Pozo del Carril” (32°58’20”S; 64°39’19”O y 640 msnm), perteneciente a la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado en cercanías del paraje La Aguada, Córdoba. El sitio experimental presenta relieve complejo moderadamente ondulado y un suelo clasificado como Hapludol típico, franco arenoso muy fino.

El diseño experimental se basó en bloques completamente aleatorizados con un arreglo espacial en parcelas subdivididas. El factor principal fue la rotación donde se evaluaron tres niveles: (i) Sin pastoreo (agricultura pura, rotación maíz/soja), (ii) Con pastoreo (agrícola ganadera, rotación maíz/soja, con pastoreo del rastrojo de maíz) y (iii) Pastura (agrícola ganadera, rotación maíz/soja/

pastura (a base de alfalfa, pasta ovillo, cebadilla y festuca)). El factor secundario lo constituyó el sistema de labranza, con tres niveles ((i) SD: siembra directa, (ii) LR: labranza reducida - labranza vertical y disco, con cobertura superior al 30%, y (iii) LC: labranza convencional – arado de reja y disco); y por último el factor terciario que fue la fertilización fosforada, con dos niveles ((i) con y (ii) sin fertilización). Los tratamientos fertilizados, corresponden a 10 y 26 kg ha⁻¹ de fósforo, para el cultivo de soja y maíz, respectivamente, durante XXX tiempo.

Se realizaron dos repeticiones espaciales por tratamiento. El tamaño de cada sub-subparcela fue de 2500 m².

La siembra se realizó con sembradora mecánica con un distanciamiento entre hileras de 0,7 m a razón de 25 semillas m⁻¹ lineal. Durante los ciclos de cultivo se realizaron los controles sanitarios necesarios para mantener el cultivo libre de malezas, plagas y enfermedades.

A cosecha se determinó el rendimiento y sus componentes mediante cosecha manual, tomando 6 muestras de 1 m lineal por tratamiento y repetición.

Los datos fueron analizados utilizando ANAVA y test de comparación de medias a través del test LSD Fisher ($\alpha < 0,05$). Además, se analizaron las relaciones entre variables. Se empleó un modelo mixto, y se consideró al año como una variable aleatoria. Para ello se utilizó el programa estadístico INFOSAT versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento y sus componentes directos

En la Tabla N°1 se presenta el rendimiento del cultivo de soja (kg ha⁻¹) y sus componentes directos en función de los factores estudiados y sus interacciones.

Tabla 1. Rendimiento promedio de los tres años (kg ha⁻¹), número de granos (granos m⁻²) y peso de grano (g), para los distintos factores evaluados y su interacción.

		Peso 1000 (g)	N° Granos (granos m ⁻²)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Rotación	Sin Pastoreo	159,3	2251	2746
	Con Pastoreo	163,4	2217	2766
	Pastura	161,5	2239	2809
Labranza	SD	165,2 a	2212	2828
	LR	161,5 a	2189	2743
	LC	157,6 b	2304	2750
Fertilización	Fertilizado	161,8	2404 a	3000 a
	Sin Fertilizar	161,0	2066 b	2547 b
ANAVA				
Rotación (R)		NS	NS	NS
Labranza (L)		††	NS	NS
Fertilización (F)		NS	†††	†††
R*L		NS	NS	NS
R*F		NS	††	††
L*F		NS	NS	NS
R*L*F		NS	NS	NS

††† p <0,001; †† p <0,01; † p <0,05; NS no significativo (LSD Fisher). Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p ≤ 0,05). SD, siembra directa; LR, labranza reducida; LC, labranza convencional; R*L, interacción rotación*labranza; R*F, interacción rotación*fertilización; L*R, interacción labranza por fertilización; R*L*F interacción rotación*labranza*fertilización.

El peso de granos solo fue modificado por el sistema de labranza, siendo el sistema de SD y LR los que presentaron mayores pesos individuales (165,2 y 161,5 g, respectivamente) sin diferencias estadísticas entre ellos, mientras que el sistema de LC presento un menor peso (157,6 g).

El número de granos por superficie fue modificado por la fertilización siendo un 16 % superior en el tratamiento fertilizado. Este componente fue también modificado por la interacción entre la rotación y la fertilización (Figura 1). Como indica esta figura en el sistema agrícola pastoreado, la fertilización generó diferencias significativas entre los tratamientos, siendo superior en el tratamiento fertilizado; la respuesta en el sistema agrícola puro fue similar al sistema agrícola pastoreado. Sin embargo en la rotación con pasturas la fertilización no generó diferencias significativas.

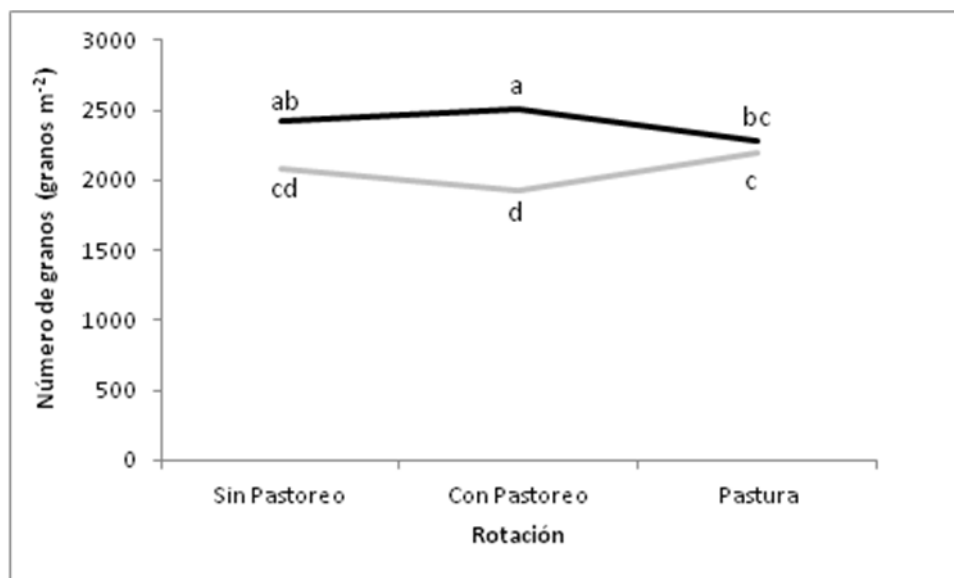


Figura 1. Número de granos por superficie en función de la rotación, para los tratamientos fertilizados (línea negra) y sin fertilizar (línea gris). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Por su parte el rendimiento mostró la misma tendencia que el número de granos, donde la fertilización generó un 18% de aumento, y en el mismo sentido hubo interacción significativa entre la rotación y la fertilización (Figura 2). Así en el sistema agrícola pastoreado, la fertilización generó diferencias significativas entre los tratamientos, siendo superior en el tratamiento fertilizado; en el sistema agrícola puro la respuesta del rendimiento a la fertilización fue similar al sistema agrícola pastoreado. Sin embargo en la rotación con pasturas la fertilización no generó diferencias significativas.

Estos resultados concuerdan con lo propuesto por Zoltan *et al.*, (2000), quienes encontraron un mayor efecto de la rotación cuando no se fertilizó, mientras que al fertilizar con niveles adecuados de NPK el incremento de rendimiento por efecto de la rotación en trigo se mantuvo y en maíz disminuyó significativamente. Cuando no se fertilizó el cultivo de maíz, su producción fue superior al rotar con pasturas, mientras que en trigo no se observaron diferencias entre los tratamientos fertilizados y sin fertilizar cuando la alfalfa intervino en la rotación. En este sentido Giayetto *et al.* (1998), señalan que la producción de los sistemas agrícolas puros aumenta cuando se intercala un mayor número de especies en la rotación, y que estas tienen mayor impacto sobre la producción física de los cultivos que los sistemas de labranzas.

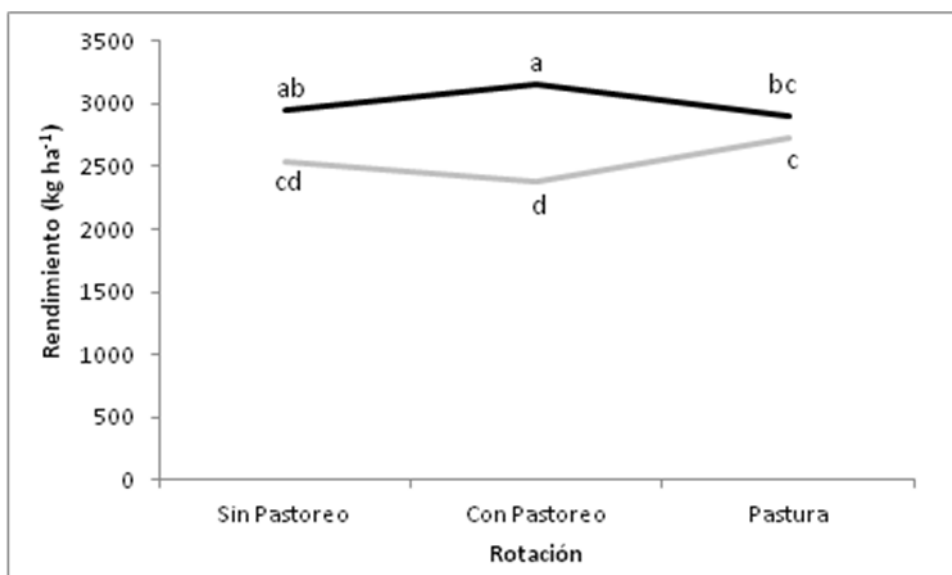


Figura 2. Rendimiento en grano (kg ha⁻¹) en función de la rotación, para los tratamientos fertilizados (línea negra) y sin fertilizar (línea gris). Medias con una letra común no son significativamente diferentes según test LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

CONCLUSIÓN

Los resultados experimentales permiten concluir que en sistemas con rotación agrícola que no incluyan pasturas, como la alfalfa, la fertilización genera efectos positivos sobre la producción de soja; sin embargo, cuando los sistemas incluyen pasturas en la rotación, este efecto no se evidencia.

Por otro lado, el sistema de labranza empleado no generó en este estudio diferencias sobre el rendimiento de soja.

AGRADECIMIENTOS (OPCIONAL)

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Río Cuarto por el sostenimiento del Programa de Investigación "Desarrollo de alternativas tecnológicas sustentables para el oeste de Río Cuarto", mediante el financiamiento de la SECYT, el cual se realiza desde hace 20 años.

BIBLIOGRAFÍA

- Berardo A; F Grattone & G Borrajo. 1999. Fertilización fosfatada de trigo: Respuesta y forma de aplicación. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. : 1-3.
- Berardo A & MA Marino. 2000. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la disponibilidad de P y su relación con la producción de forraje en molisoles del sudeste bonaerense. II. Alfalfa. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina.
- Black AL. 1973. Soil property changes associated with crop residue management in a wheat-fallow rotation. *Soil Sci Soc Am Proc* 37: 943-946.
- Bricchi, E; F Formia; G Espósito; L Riberi & H Aquino. 2004. The effect of topography, tillage and stubble grazing on soil structure and organic carbon levels. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2: 409-418.
- Cisneros, JM; C Cholak; O Giayetto; E Bricchi; J Marcos & G Cerioni. Homogeneidad física, Resistencia a la penetración y humedad del suelo en sistemas de labranza para el área manisera de Córdoba. En: Ingeniería rural y mecanización agraria en el ámbito Latinoamericano. Balbuena, R.H.; Benez, S.H. y D. Jorajuria (Eds). Editorial de la U.N.L.P. pp 120-127.
- Cisneros, JM; A Cantero; A Degioanni; VH Becerra & MA Zubrzycki. 2008. Producción, Uso y Manejo de las tierras. En: Percepción económica y visión de los productores agropecuarios de los problemas ambientales en el Sur de Córdoba, Argentina. de Prada, J.D. y J.A. Penna (Eds). Ediciones INTA. pp 31-55.
- Di Rienzo JA; F Casanoves; MG Balzarini; L Gonzalez; M Tablada & CW Robledo. 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- García, F. 2000. Requerimientos nutricionales de los cultivos. Jornada de actualización técnica para profesionales "Fertilidad 2000", INPOFOS, Rosario. Argentina. 2:40-43.
- Giayetto, O; JM Cisneros; GA Cerioni & C. Cholak. 1998. Rotación y labranzas en sistemas agrícolas del centro de Argentina. En: Ingeniería rural y mecanización agraria en el ámbito Latinoamericano. Balbuena, R.H.; Benez, S.H. y D. Jorajuria (eds). Editorial de la U.N.L.P. pp 111-119

- Karlen, DL & JW Doran. 1993. Agroecosystem Responses to Alternative Crop and Soil Management Systems in the U.S. Corn-Soybean Belt. *International Crop Science I*. Crop Science Society of America, Madison, pp. 55–61.
- Larson, WE ; Gupta SC & RA Useche. 1980. Compression of agricultural soils from eight soil orders. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:450–457.
- Ressia JM; RH Balbuena; GO Mendivil & HO Chidichimo. 1998. Cobertura del suelo ante distintos sistemas de labranza sobre rastrojo de maíz (*Zea mays* L.). En: Ingeniería rural y mecanización agraria en el ámbito latinoamericano R.H. Balbuena, S.H. Benez y D.Jorajuría, (eds.) Editorial de la U.N.L.P. pp.178-183.
- Zoltan B; B Gyórfy & Dq Lap. 2000. "Effect of crop rotation and fertilisation on maize and wheat yields and yield stability in a long-term experiment." *European Journal of Agronomy* 13(2):225-244.