

Cultivo intercalado maíz-soja. Un aporte a la sustentabilidad en la región semiárida argentina

Zamar, J.L. y G. Giambastiani

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de granos por unidad de superficie del intercultivo soja-maíz en relación a sus monocultivos, como una alternativa de manejo sustentable en la región semiárida central de Córdoba, Argentina.

El índice Unidad Equivalente de Tierra (UET), cuyo valor de indiferencia es 1, fue de 1,09 y 1,11 en el primer y segundo ensayo, respectivamente. El maíz asociado con la soja se vio beneficiado en ambas experiencias, mientras que la soja intercultivada se comportó de manera indiferente respecto a sus monocultivos.

Las evidencias experimentales sugieren que el intercultivo maíz-soja es una tecnología de uso potencial en el diseño de sistemas más sustentables puesto que permite incrementar los rendimientos en grano por unidad de superficie, sin el agregado de insumos agronómicos adicionales.

Palabras clave: sustentabilidad, intercultivo, *Zea mays* L., *Glycine max* (L.) Merrill, unidad equivalente de tierra

Zamar, J. L. and G. Giambastiani, 1996. Corn-soybean intercrop. A contribution to sustainability in the semiarid zone of Argentina. *Agriscientia* XIII : 65-69.

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the grain yield per unit of area of the corn-soybean intercropping in relation to their monoculture as a sustainable management alternative in the semiarid zone of Córdoba, Argentina.

The Land Equivalent Ratio (LER), whose indifference value is 1, was 1.09 and 1.11 in the first and second essay, respectively.

The intercropped corn was benefited in both experiences while the intercropped soybean had a more indifferent behaviour.

The experimental evidences suggest that intercropping corn-soybean is a potential technology for the design of more sustainable systems as it allows to increase the grain yield per unit of area without additional agronomical inputs.

Key words: sustainability, intercrop, *Zea mays* L., *Glycine max* (L.) Merrill, land equivalent ratio

J.L. Zamar, Ecología Agrícola, y G. Giambastiani, Cereales y Oleaginosas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Casilla de Correo 509, Córdoba, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Existe un creciente interés en la actualidad por la búsqueda de sistemas de cultivo que posibiliten reducir la dependencia del agricultor de ciertos insumos, de forma tal de aumentar beneficios, disminuir riesgos ambientales y asegurar niveles de producción sustentables a través del tiempo (Galacher, 1991). En ese contexto, el sistema de cultivo intercalado o intercultivo (Trembath, 1974), es decir cuando dos o más especies son cultivadas en un mismo terreno en forma total o parcialmente simultánea, puede rendir más que la suma de sus "unicultivos" (término propuesto por Paul (1990) en referencia al cultivo de una sola especie en un ciclo determinado). Esto se debe a que es posible optimizar la complementariedad interespecífica de los cultivos componentes respecto a los factores o recursos que limitan el crecimiento (Berkowitz, 1988). Además, el intercultivo es menos susceptible a enfermedades y plagas (Power y Kareiva, 1990) y reduce los riesgos de pérdida de cosecha (Willey, 1979). Así, este sistema agrícola más diversificado, ofrece aptitudes para el desarrollo de una agricultura sustentable y energéticamente más eficiente al reducir la necesidad de insumos como fertilizantes y plaguicidas.

En la República Argentina la soja y el maíz constituyen dos de los principales cultivos graníferos (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 1993). La utilización de sistemas de intercultivo con especies graníferas en el país es prácticamente nula, siendo escasos los antecedentes experimentales sobre el tema (Ravelo y Seiler, 1974; Puig *et al.*, 1980). Actualmente se desconoce la potencialidad de este sistema de cultivo bajo las condiciones ecológicas de la región semiárida central de Córdoba.

El cultivo intercalado de maíz y soja fue utilizado en EEUU desde las primeras décadas de este siglo (Crookston y Hill, 1979; Alexander y Genter, 1962; Vandermeer, 1990), siendo recientemente retomado por investigadores de zonas templadas (Beste, 1976; Chui y Shibles, 1984; Searle *et al.*, 1981). Es usado con éxito en países de clima tropical (Amhed y Rao, 1982), de donde en general existen referencias bibliográficas de resultados favorables (Dalal, 1977; Mohta y De, 1980; Yunusa, 1989).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de granos por unidad de superficie del intercultivo soja-maíz en relación a sus unicultivos, como una alternativa de manejo sustentable en la región semiárida central de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Biológico:

Se utilizaron el cultivar de soja Bragg seleccion Cerrillos (grupo de madurez VII) y maíz MBP FCA856 (variedad de polinización libre de ciclo largo) y Precoz 22 (híbrido doble de ciclo corto y menor altura)

Descripción del área de estudio

Los ensayos se realizaron en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (31° 29' LS-64° 00' LO) durante las campañas 1991/92 y 1992/93.

El clima según Köppen-Geiger es Cwa y según Thornthwaite es C1B3'ra'. La precipitación media anual es de 700 mm y la temperatura media anual es de 17 °C. Los datos de precipitación mensual provienen de la estación meteorológica local.

El relieve del área es de lomas planas muy extendidas. El tipo de suelo es haplustol típico, profundo, bien drenado, sin limitaciones de uso salvo la climática, el pH en todo el perfil se encuentra próximo a la neutralidad, no existiendo problemas de alcalinidad o salinidad (INTA y SEAGyRR, 1987). Los lotes donde se realizaron los ensayos estuvieron en descanso durante los últimos tres años. La cama de

Tabla 1. Rendimiento promedio (kg/ha), índice parcial y total para intercultivo de soja y maíz, en las experiencias 1 y 2 respectivamente

Experimento	Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	UET parcial	UET total
Exp 1	IM	4.142	0.64**	1.09
	UM	6.479		
	IS	1.278	0.45	
	US	2.877		
Exp 2	IM	3.158	0.47*	1.11
	UM	6.741		
	IS	2.259	0.64	
	US	3.549		

* diferencias significativas con respecto a UET parcial = 0.60 (p 0,05)

** diferencias significativas con respecto a UET parcial = 0.60 (p 0,01)

IM Intercultivo de maíz, IS Intercultivo de soja, UM Unicultivo de maíz, US Unicultivo de soja

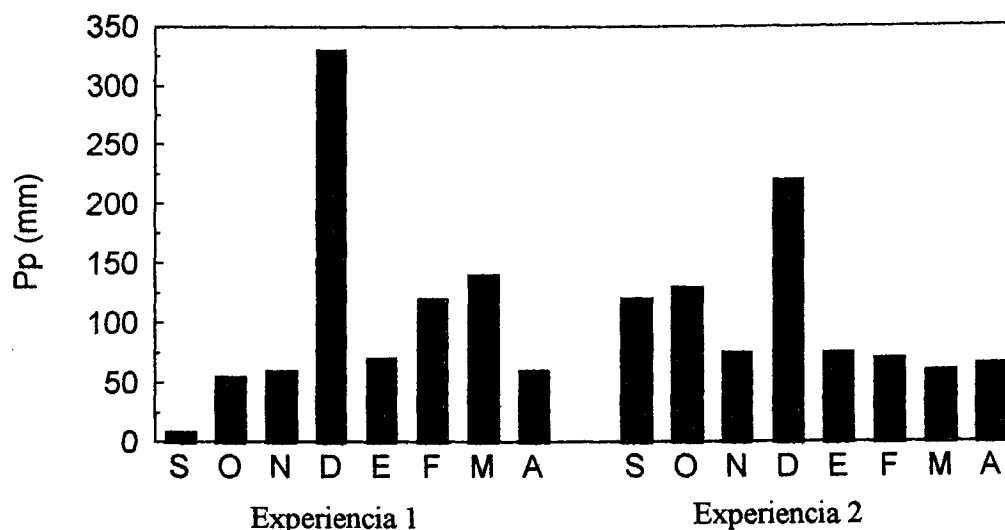


Figura 1. Precipitaciones promedio mensuales durante las experiencias 1 y 2

siembra fue preparada, en ambos casos, con arado de disco y rastra de discos de doble acción.

Experimento 1

Los cultivares utilizados fueron: soja Bragg selección Cerrillos (grupo de madurez VII) y maíz MBP FCA 856 (variedad de polinización libre de ciclo largo). La siembra, se realizó el 27/12/91, tardíamente por demora en la ocurrencia de las precipitaciones, con sembradora mecánica. Se sembró con alta densidad, para luego ralea a la densidad normal de la zona. 5 plantas de maíz y 20 plantas de soja por metro lineal de surco respectivamente. El espaciamento entre surcos fue de 0,7 m, el largo de 5 m y la orientación norte-sur. Las parcelas de los unicultivos comprendían 5 surcos y los del intercultivo, 10. El control de malezas fue manual. La cosecha y la trilla se hicieron en forma manual y se discriminó por surcos. Los granos se secaron durante 48 horas a 60 °C.

Los rendimientos entre los unicultivos y el intercultivo fueron comparados mediante el índice UET (Unidad Equivalente de Tierra) (Willey, 1979), según la fórmula: $UET = UETs + UETm = SI/SU + MI/MU$; donde UETs y UETm representan las UET parciales de soja y maíz y SI, SU, MI y MU equivalen al rendimiento por unidad de área de soja (S) y maíz (M) en inter (I) y unicultivo (U).

Experimento 2

Se utilizó el cultivar de maíz Precoz 22 con el objetivo de evitar el excesivo sombreeo producido por el cv. MBPFCA 856 debido a su alto porte y por otro lado lograr un desfase temporal entre las etapas de llenado de granos de ambos cultivos.

La fecha de siembra en este caso fue el 26/11/92, realizándose manualmente, con alta densidad, para luego ralea a la densidad similar a la de la primera campaña. El control de malezas fue químico (metolacolor CE 72 % a una dosis de 2,5 litros/ha), seguido de controles manuales.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones para los tratamientos: soja en intercultivo, maíz en intercultivo, soja en unicultivo y maíz en unicultivo.

Para la parcela de intercultivo se empleó una estructura de tres surcos de soja entre dos de maíz, por lo tanto, la soja ocupó el 60 % de la superficie y el maíz el restante 40 %.

Se utilizó ANAVA y *test t* como procedimiento estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observan los datos de precipitación mensual correspondientes a cada una de las experiencias. Si consideramos el período comprendido entre los meses de setiembre y abril inclusive, la sumatoria de precipitaciones fue en ambos años muy similar (821 y 801 mm para la primera y segunda experiencia respectivamente) y superior al promedio de la zona.

Los índices UET obtenidos (Tabla 1) tendieron a ser superiores a la unidad en la primera y segunda experiencia, lo que indica un mayor rendimiento por

unidad de superficie del intercultivo en relación al unicultivo, aunque la diferencia con respecto a la unidad no fue estadísticamente significativa ($p = 0,1722$ y $p = 0,1107$). Los valores promedio de UET fueron menores a los citados para regiones tropicales (Dalal, 1977; Mohta y De, 1980; Yunusa, 1989) y similares a los de regiones templadas y templadas-frías (Searle *et al.*, 1981; Chui y Shibles, 1984).

En el primer experimento, la tendencia del índice a superar la unidad se debió al mayor rendimiento proporcional del maíz en intercultivo versus el maíz en unicultivo, lo cual se vio reflejado en el valor promedio de su UET parcial: $0,64 > 0,40$ (0,40 fue la proporción de superficie que ocupó el maíz en el intercultivo) ($p = 0,0087$). Por el contrario, el intercultivo pareció tener un leve efecto nocivo sobre la soja respecto a su unicultivo: UET parcial $0,45 < 0,60$ (0,60 fue la proporción de superficie que ocupó la soja en el intercultivo) ($p = 0,2393$).

En el segundo experimento, ambos cultivos rindieron proporcionalmente más que sus unicultivos. Los valores de UET parciales fueron 0,47 ($p = 0,0223$) y 0,64 ($p = 0,5759$) para maíz y soja respectivamente. Esto cobra importancia desde el punto de vista de la eficiencia económica, ya que la relación de precio entre la soja y el maíz es de 2:1 (Bolsa de Cereales, 1993).

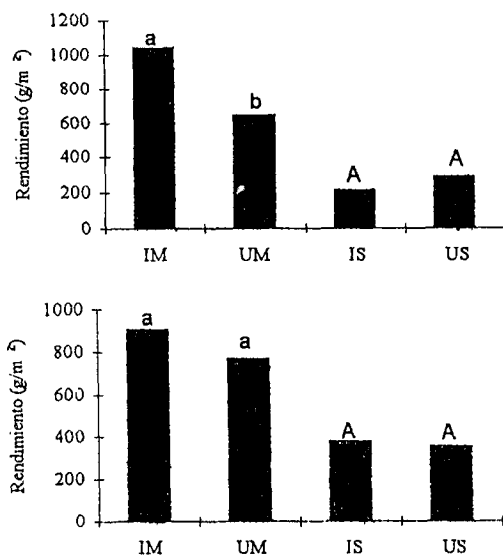


Figura 2. Rendimiento de maíz y soja en inter y unicultivo. IM. Maíz en intercultivo, IS. Soja en intercultivo, UM. Maíz en unicultivo, US Soja en unicultivo. Letras iguales indican diferencias no significativas entre la medias de los tratamientos ($p < 0,05$)

Al analizar, por otro lado, los promedios de rendimiento por surco (Fig. 2) surge, en el experimento 1, que el rendimiento de maíz en intercultivo fue 60 % mayor que el de su unicultivo ($P < 0,01$), mientras que en el experimento 2 rindió solo 17 % más ($P < 0,05$). Esto se podría deber a que, en las parcelas de intercultivo, las plantas más altas y de ciclo más largo de la variedad usada en el experimento 1 (MPBFCA 856) recibieron mayor cantidad de radiación solar que las plantas más bajas y de ciclo más corto del cultivar usado en el experimento 2 (Precoz 22).

En la Figura 2 también se observa un mayor rendimiento de los surcos de soja en intercultivo respecto al unicultivo en el experimento 2 (6 %), invirtiéndose el resultado obtenido en el experimento 1, donde el intercultivo rindió 26 % menos que su unicultivo (estas diferencias no fueron significativas). Esto, en parte, se podría explicar también por la competencia diferencial que ejercieron los cultivares de maíz debido a sus diferentes alturas. Al respecto, Wahua y Miller (1978) observaron que la disponibilidad de radiación solar y consecuentemente el rendimiento de soja disminuía cuando era asociada con la variedad de sorgo de mayor altura. Dalal (1977) midió también un alto efecto depresor sobre el rendimiento de la soja cuando ésta se encontraba dentro de los surcos de maíz o dispuestos en surcos apareados. Por otro lado, se observó un mayor

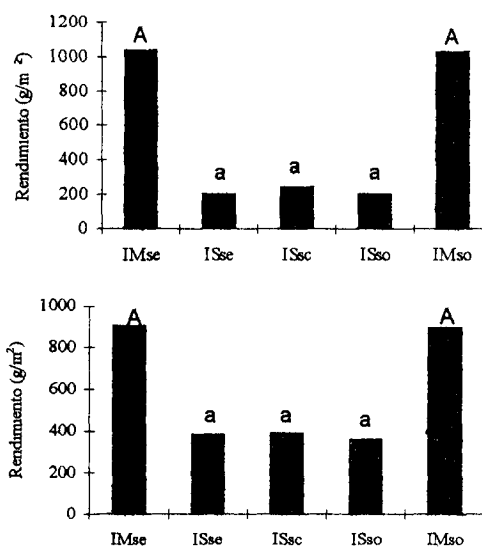


Figura 3. Rendimiento promedio por surco de maíz y soja en intercultivo. IM Maíz en intercultivo, IS Soja en intercultivo, se surco este, sc surco central, so surco oeste. Letras iguales indican diferencias no significativas entre la medias de los tratamientos ($p < 0,01$)

desfasaje fenológico del cultivar Precoz 22 respecto a la soja, lo que habría contribuido a mejorar la disponibilidad de recursos por parte de este cultivo en la última fase de su ciclo, optimizándose así, en el segundo experimento, la complementariedad entre ambas especies (Berkowitz, 1988).

En la Figura 3 se observa el rendimiento promedio obtenido en cada uno de los surcos de acuerdo a su ubicación en las parcelas de intercultivo en los dos experimentos. En maíz no se encontraron diferencias de rendimiento entre los surcos este y oeste en ninguno de los dos experimentos. En soja, el surco central rindió más que los laterales aunque las diferencias no fueron significativas.

Las evidencias experimentales mostraron que el cultivo de maíz resultó beneficiado en la consociación con soja, manteniendo ésta un comportamiento de relativa indiferencia respecto a la presencia del maíz, posiblemente debido a la respuesta diferencial de ambos cultivos a la tasa de intercambio de CO₂ ante cambios de los niveles de irradiación (C4 vs C3) (Gardner *et al.*, 1985).

Estos resultados sugieren que el intercultivo maíz-soja sería una tecnología de uso potencial en el diseño de sistemas más sustentables, puesto que permite incrementar los rendimientos en grano por unidad de superficie sin el agregado de insumos agronómicos adicionales. Esta propuesta debería ser evaluada además en sus otros aspectos potencialmente ventajosos (estabilidad de rendimientos, menor incidencia de plagas, etc.), siendo necesario investigar los diferentes factores que condicionan el comportamiento de los cultivos intervinientes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Lic. Alicia I. Pérez de Pereyra por la corrección de la versión original del summary de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, S. and M.R. Rao, 1982. Performance of maize-soybean intercrop combinations in the tropics: Results of multi-location study. *Fields Crops Res.* 5, 147-161.
- Alexander, M and C Genter, 1962. Production of corn and soybean in alternate pairs of rows. *Agr Journal* 54 233-234.
- Berkowitz, A R., 1988. Competition for resources in weed-crop mixtures. In: *Weed management in agroecosystems: Ecological approaches* (M. Altieri and M. Liebman Ed.) CRC Press, Inc., pp. 89-119.
- Beste, C., 1976. Co-cropping setcorn and soybeans. *Hort Sci* 11:236-238.
- Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 1993. Número estadístico Buenos Aires, Argentina.
- Crookston, K. and D. Hill, 1979. Grain yields and land equivalent ratios from intercropping corn and soybeans in Minnesota. *Agr Journal* 71.41-44
- Chui, J and R. Shibles, 1984 Influence of spatial arrangements of maize on performance of an associated soybean intercrop. *Fields Crops Res.* 8:187-198
- Dalal, R.C , 1977. Effect of intercropping of maize with soya bean on grain yield *Trop.Agric.* 54, 189-191
- Galacher, M , 1991 Agricultura sostenible en la empresa rural: posibilidades económicas Juicio a nuestra agricultura hacia un desarrollo sostenible Hemisferio Sur Buenos Aires, Argentina, 220 pp
- Gardner, F P , R B. Pearce and R L. Mitchell, 1985 Physiology of crops plants Iowa State University Press Ames, pp. 12-17
- INTA y SEAGyRR, 1987 Plan Mapa de Suelos Córdoba, Argentina.
- Mohta, N.K and R. De, 1980. Intercropping maize and sorghum with soya bean *J Agric.Sci* 95, 117-122
- Paul, C.L., 1990 Agronomía del sorgo. Instituto Internacional para la Investigación en Cultivos para los Trópicos Semiáridos, pp 209-240.
- Power, A. and P. Kareiva, 1990 Herbivorous insects in agroecosystems. In *Agroecology* (R Carroll, J Vandermeer y P Rosset Ed) Mc Graw-Hill, pp 301-327
- Puig, R , R Garcia y A Rivoltella, 1980 Cultivo de maíz y soja en franjas alternadas *Información* N° 95 EEA Pergamino, Argentina.
- Ravelo, A. y S. Seiler, 1974 Influencia del efecto protector de cortinas de maíz en el rendimiento del cultivo de soja. *IDIA Suplemento* 30, 64-70.
- Searle, P G ; Y Comudon, D C Shedden and R A Nance, 1981 Effect of maize legume intercropping systems and fertilizer nitrogen on crops yields and residual nitrogen *Fields Crops Res* 4, 133-145
- Trenbath, R.B , 1974 Biomass producing of mixtures *Adv Agron* 26 177-210
- Vandermeer, J., 1990. Intercropping In *Agroecology* (R Carroll, J Vandermeer y P Rosset Ed) Mc Graw-Hill, pp 481-516
- Wahua, T A T and D A Miller, 1978. Relative yield totals and yield components of intercropped sorghum and soybeans. *Agron J* 70, 287-291
- Willey, R W , 1979 Intercropping - Its importance and research needs *Field Crops Abs* 32, 1-1, 73-84
- Yunusa, I A M 1989 Effects of planting density and plant arrangement pattern on growth and yields of maize and soya bean grown in mixtures *J Agric. Sci* 112, 1-8