

Intersiembr a de cultivos: consecuencias sobre el crecimiento y rendimiento de soja (*Glycine max L.*) Y MAÍZ (*Zea mays L.*)

Ciarlo Esteban A.¹ ; Ernesto B. Giardina¹ ; Juan Pablo D'Amico² ; Marcos Roba² ; Diego Paredes² ;

Ángel Romito² ; Mario Omar Tesouro² ; Romina Azate¹ , Lidia Giuffré¹

(1) Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía de la UBA, Av. San Martín 4453, Ciudad de Buenos Aires (1417), Argentina

(2) Instituto de Ingeniería Rural del INTA Castelar – Cátedra de Maquinaria Agrícola, Facultad de Agronomía de la UBA

ciarlo@agro.uba.ar

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la práctica de intersiembr a sobre el crecimiento y rendimiento de dos cultivos de verano, específicamente de maíz y soja. Los tratamientos impuestos fueron: monocultivo de maíz, monocultivo de soja e intersiembr a convencional, con líneas de Soja y Maíz intersembr adas con diseño 1:1 El maíz creció y rindió más en condiciones de intersiembr a, donde convivió con un cultivo como la soja, de un porte naturalmente menor y que fue sembrado mas tarde. Por el contrario, el cultivo de soja, cuyo ciclo y momento de máxima absorción se da más tarde que en el ciclo del maíz, en condiciones de intersiembr a se encontró en un ambiente más seco y con menos irradiación que cuando creció en monocultivo, resultando que la competencia con el maíz disminuyó seriamente el crecimiento de la soja. La ventaja en el rendimiento de maíz derivó probablemente de diferencias en competitividad interespecífica con respecto a la soja. Para nuestro trabajo el valor de la tasa de tierra equivalente (LER) de la intersiembr a fue de 2,39, por lo que puede concluirse que la productividad de este sistema es en término biológico mayor que la suma de los monocultivos.

Palabras claves: Intersiembr a, tasa de tierra equivalente LER, maíz, soja.

EFFECTS OF INTERCROPPING ON CORN AND SOYBEAN CROPS GROWTH AND YIELD

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate technical feasibility of intercropping two summer crops, specifically corn and soybean. Treatments applied were: sole corn cropping, sole soybean cropping and conventional intercropping, with corn and soybean strips at a 1:1 arrangement. Corn grew and yielded more at intercropping system, where it cohabited with a crop like soybean, with a naturally lower size and which was sown later. On the contrary, soybean crop, whose life cycle and moment of maximum absorption are later than corn, faced at intercropping a drier and darker environment than at sole crop conditions, resulting this strong competition with corn in serious soybean yield decreases. Improvements in corn yield at intercropping are probably derived from differences in interspecific competition with soybean crop. At our work the land equivalent ratio LER value was 2.39, for it can be concluded that intercropping productivity is at biological terms greater than the addition of both sole crops.

Keywords: Intercropping, land equivalent ratio LER, corn, soybean.

INTRODUCCIÓN

La intersiembr a es una técnica de cultivo a través de la cual se superponen en una temporada al menos dos especies, admitiendo en tal sentido una merma en los rindes de ambos, si estuvieran considerados en forma independiente, pero no así dentro del objetivo final de producción por hectárea. En los sistemas de intersiembr a, dos o más especies son cultivadas simultáneamente en el mismo lugar de manera que el período de superposición sea lo suficientemente largo como para incluir los estadios vegetativos (Gomez y Gomez, 1983). Las interacciones interespecíficas son comunes en sistemas de intersiembr a y en ecosistemas naturales. La competencia interespecífica ha sido objeto de la mayoría de los estudios relacionados a cultivos intersembr ados (Van der Meer, 1989; Jolliffe y Wanjanu, 1999). La facilitación puede ser asimétrica, donde una especie se beneficia y la otra no (+,0 ó +,-) o simétrica (+,+), donde hay una facilitación mutua (Crawley, 1997). El interés acerca de la facilitación interespecífica simétrica, donde diferentes especies vegetales se benefician mutuamente cuando crecen juntas, ha aumentado en el último tiempo resultando en algunos trabajos enfocados preferentemente en la ecología de dicha relación (Callaway y Pugnaire,

1999; Li et al., 2003a). El resultado neto de estas interacciones puede ser cuantificado a través de la tasa de área equivalente LER (de *Land Equivalent Ratio*; Van der Meer, 1989); cuando la LER es mayor a 1 la facilitación está contribuyendo en mayor medida que los fenómenos de competencia. En la región central de la pampa húmeda la apuesta actual incluye dos modalidades para la interseembra: maíz-soja y girasol-soja. La soja tiene el período crítico en momentos muy diferentes al del trigo, maíz y girasol, por lo que parece una especie interesante para la realización de este tipo de estrategias de cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la factibilidad técnica de la práctica de interseembra de dos cultivos de verano, específicamente de maíz-soja, al ser los principales cultivos de escarda de la Región Pampeana Argentina. Se hipotetiza que la interseembra de cultivos de maíz-soja disminuirá los rendimientos de los cultivos si estuvieran considerados en forma independiente, pero no así dentro del objetivo final de producción por hectárea.

Materiales y Métodos

Manejo del sistema y tratamientos

Se evaluó el sistema de interseembra en un suelo perteneciente al área experimental de la Estación Castelar del INTA, en una asociación de dos series de suelo de la Pampa Húmeda, Subregión Pampa Ondulada: Hurlingham 60% (Argiudol vértico) y Las Cabañas 40% (Argiudol típico). En un lote homogéneo en cuanto a su relieve y manejo previo, se instalaron parcelas de 5m x 150m, que serán las unidades experimentales y a las cuales se asignaron los tratamientos de un solo factor, a saber: 1: *Monocultivo de maíz*., sembrado el 19 /10/07, densidad 75.000 semillas/ha, semilla: DK684 RR2 (resistente a Diatraea y a glifosato). Distancia entre líneas: 0,7

m. 2 *Monocultivo de soja*, sembrada el 2/12/07., densidad de 37 semillas/m², semilla: Nidera 4209 RR (resistente a glifosato). Distancia entre líneas: 0,7 m. 3. *Interseembra convencional*.: Líneas de Soja y Maíz intersembradas con diseño 1:1 (50% de la superficie para cada especie), separadas a 0,7 m. Las fechas de siembra y genotipos utilizados fueron los mismos que en los tratamientos 1 (para maíz) y 2 (para soja). La fertilización para ambos cultivos fue de 18 kilogramos de fosfato diamónico por hectárea. Los cultivos de maíz y soja fueron conducidos de acuerdo al manejo productivo más común en la zona, y fueron monitoreados regularmente.

Muestreos y análisis

En la floración femenina del Maíz (03/01/08, Fecha 2) se realizaron determinaciones de altura y cantidad de plantas de soja y maíz. En el momento de floración de la soja (04/02/08, Fecha 3) se realizaron determinaciones de altura y ancho del tallo de las plantas de soja y maíz, medidos a 10 cm y a 100 cm de altura, respectivamente. A la cosecha de maíz (28/02/08, Fecha 4) también se midió la altura y ancho del tallo de las plantas de soja medido a 10 cm de altura, y debido a la elevada altura de las plantas de maíz solo se midió el ancho del tallo de este cultivo a 100 cm de altura. Por último se evaluó el rendimiento en grano en la madurez fisiológica de los cultivos. La cosecha se realizó el día 28/02/08 para el maíz y el día 29/03/08 para la soja. El rendimiento de los cultivos intersembrados fue expresado en función de la superficie real ocupada con cada uno de los cultivos y corregidos al 14% de humedad. Con los datos de rendimiento se determinó la tasa de área equivalente LER (de *Land Equivalent Ratio*) de la interseembra. El LER es la expresión de la tierra requerida para la producción del mismo rendimiento en monocultivos comparándolo con intercultivos. El LER se calcula de la siguiente manera (Vandermeer, 1989):

$$Lm = \frac{R_{maíz IS}}{R_{maíz MC}}; Ls = \frac{R_{soja IS}}{R_{soja MC}} \text{ y } LER = Lm + Ls [1]$$

Donde *Rmaíz IS* y *Rsoja IS* son los rendimientos de maíz y soja en interseembra, *Rmaíz MC* y *Rsoja MC* son los rendimientos de maíz y soja monocultivados, *Lm* y *Ls* son los LER parciales para maíz y soja, respectivamente. Con los datos de rendimiento también se midió la

agresividad, que mide la competencia interespecífica relacionando los cambios en los rendimientos de dos cultivos interactuantes (Willey y Rao, 1980):

$$\text{Agresividad}_{MzSj} = R_{\text{maíz IS}} / (R_{\text{maíz MC}} \times FMz) - R_{\text{soja IS}} / (R_{\text{soja MC}} \times FSj) [2]$$

Donde FMz y FSj son la fracción del área ocupada por maíz y soja, respectivamente. Si la agresividad_{MzSj} es mayor a 0 entonces la habilidad competitiva del maíz en interseembra es mayor que la de la soja.

Cálculos y análisis estadísticos

Cada tratamiento presentó 4 repeticiones en un diseño completamente aleatorizado en bloques (DBCA). Las variables medidas se analizaron con el paquete informático SAS (1999). Las variables medidas fueron evaluadas con análisis de varianza convencionales, a través del procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS, siendo la separación de medias según Duncan realizada cuando el estadístico-F entre tratamientos fue significativo. También se realizaron con el procedimiento PROC REG del programa SAS análisis de regresión simple entre los rendimientos de los cultivos y las distintas variables de crecimiento y edáficas medidas.

RESULTADOS

Densidad y parámetros de crecimiento de los cultivos

La cantidad de plantas por metro lineal de cada cultivo por metro lineal fue evaluada en el momento de floración femenina del maíz, fecha 2, obteniéndose similares cantidades entre los planteos de monocultivo y de interseembra para el cultivo de maíz ($p= 0,76$) y soja ($p= 0,89$) (Fig. 1).

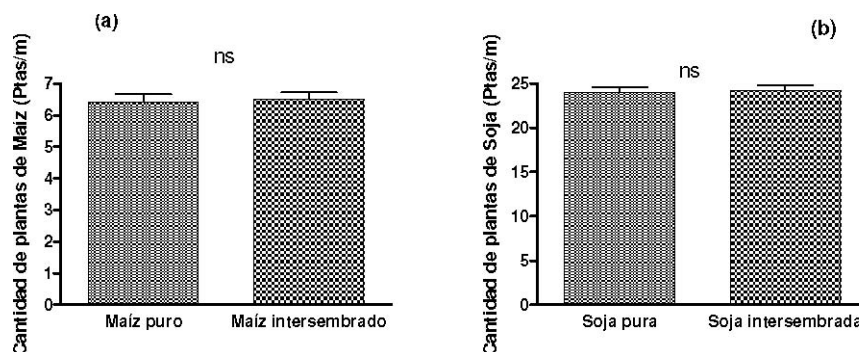


Figura 1: Cantidad de plantas por metro lineal de los cultivos de maíz (a) y soja (b) para los tratamientos impuestos en la floración femenina del maíz (F2)

La altura de las plantas de maíz, indicadora de las condiciones de crecimiento, fue evaluada en dos fechas, fecha 2 y fecha 3, pudiéndose observar una tendencia a una mayor altura en los planteos de interseembra (Fig.2). En la fecha 2 los maíces presentaron alturas promedio de 1,47 y 1,74 m para los tratamientos de maíz puro e intersebrado, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos ($p= 0,09$). En la fecha 3 los maíces intersebrados presentaron una altura promedio de 2 m, significativamente superior ($p= 0,03$) a la altura de los maíces sembrados en monocultivo, con una altura promedio de 1,83 m.

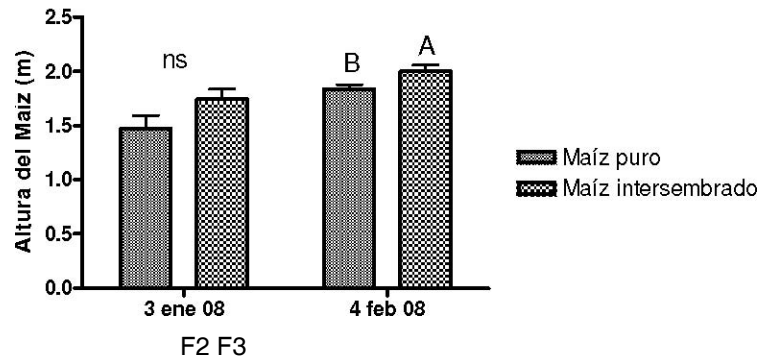


Figura 2: Altura de las plantas de maíz para los tratamientos impuestos en la floración femenina del maíz (F2) y de la soja (F3)

De la misma manera que con la altura, las plantas de maíz crecidas en monocultivo presentaron un diámetro de caña significativamente menor que sus pares intersebradas, en el momento de floración de la soja ($p=0,02$) y a la cosecha del maíz ($p=0,03$), respectivamente. La altura de las plantas de soja fue evaluada en tres fechas, fecha 2, fecha 3 y fecha 4, pudiéndose observar, en forma inversa a lo que ocurrió con el cultivo de maíz, una muy fuerte tendencia a una mayor altura en los planteos de monocultivo, especialmente luego de la floración del maíz (Fig.3). Las plantas de soja estaban escasamente desarrolladas en el momento de floración del maíz, con una altura aproximada de 22 cm., y similar para ambos sistemas de cultivo ($p=0,95$). Luego de la floración del maíz, las plantas de soja intersebradas presentaron alturas significativamente menores que las plantas de soja monocultivadas en la floración de la soja ($p=0,0004$) y a la cosecha del maíz ($p<0,0001$).

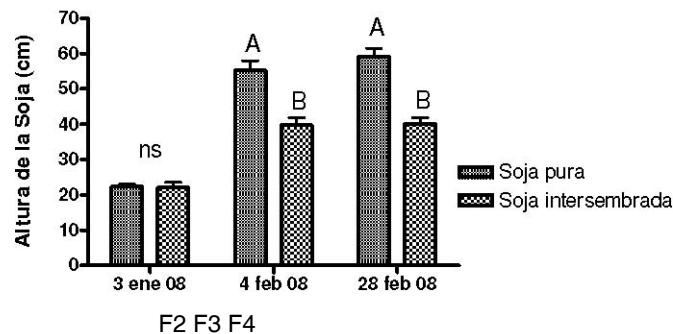


Figura 3: Altura de las plantas de soja para los tratamientos impuestos en la floración del maíz (F2), de la soja (F3) y en la cosecha del maíz (F4)

De la misma manera que con la altura, las plantas de soja crecidas en monocultivo presentaron un diámetro de caña significativamente mayor que aquellas intersebradas con maíz, en el momento de floración de la soja ($p=0,01$) y a la cosecha del maíz ($p<0,0001$).

Rendimiento de los cultivos

El cultivo de maíz puro rindió en promedio 5370 kg/ha, mientras que cuando fue intersebrado este cultivo presentó un rendimiento promedio de 11850 kg/ha, estadísticamente superior al maíz monocultivado ($p=0,003$, Fig. 4a). El rendimiento promedio del cultivo de soja puro fue de 2000 kg/ha, mientras que cuando fue intersebrado este cultivo no llegó a los 200 kg/ha, con diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p=0,002$, Fig. 4b). El valor de LER promedio obtenido con la ecuación 1 fue de 2,39, conformado por la suma del LER parcial de maíz, con un valor de 2,3, y el LER parcial de soja, con un valor de 0,09. La agresividad del maíz con respecto a la soja obtenida con la ecuación 2 fue en promedio de 4,43, mayor que 0, por lo que se concluye que en el planteo de intersembra el maíz posee mayor habilidad competitiva que la soja.

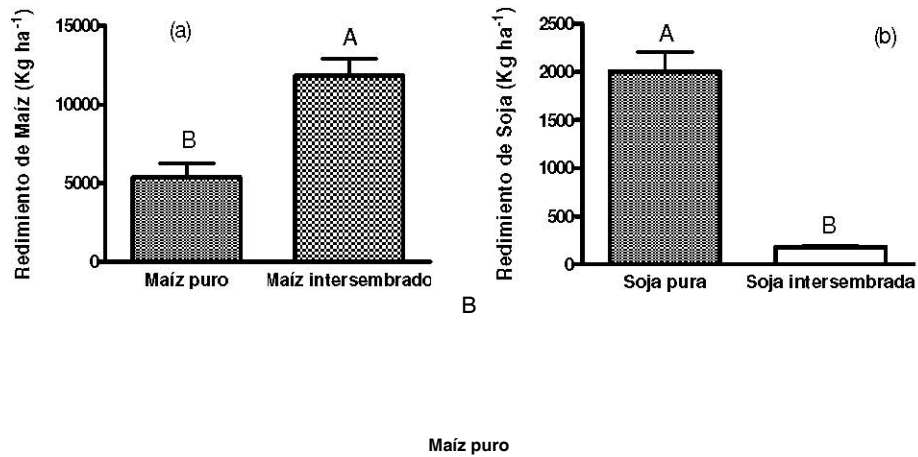


Figura 4: Rendimiento de los cultivos de maíz (a) y soja (b) para los tratamientos impuestos, corregidos al 14% de humedad.

El rendimiento del cultivo de maíz se relacionó en forma directa con su altura en su floración ($p = 0,05$, $r = 0,5$; Fig. 5a) y en la floración de la soja ($p = 0,01$, $r = 0,64$; Fig. 5b), y con el diámetro de su caña en la floración de la soja ($p = 0,009$, $r = 0,7$; Fig. 5c) y a su cosecha ($p = 0,01$, $r = 0,64$; Fig. 5d).

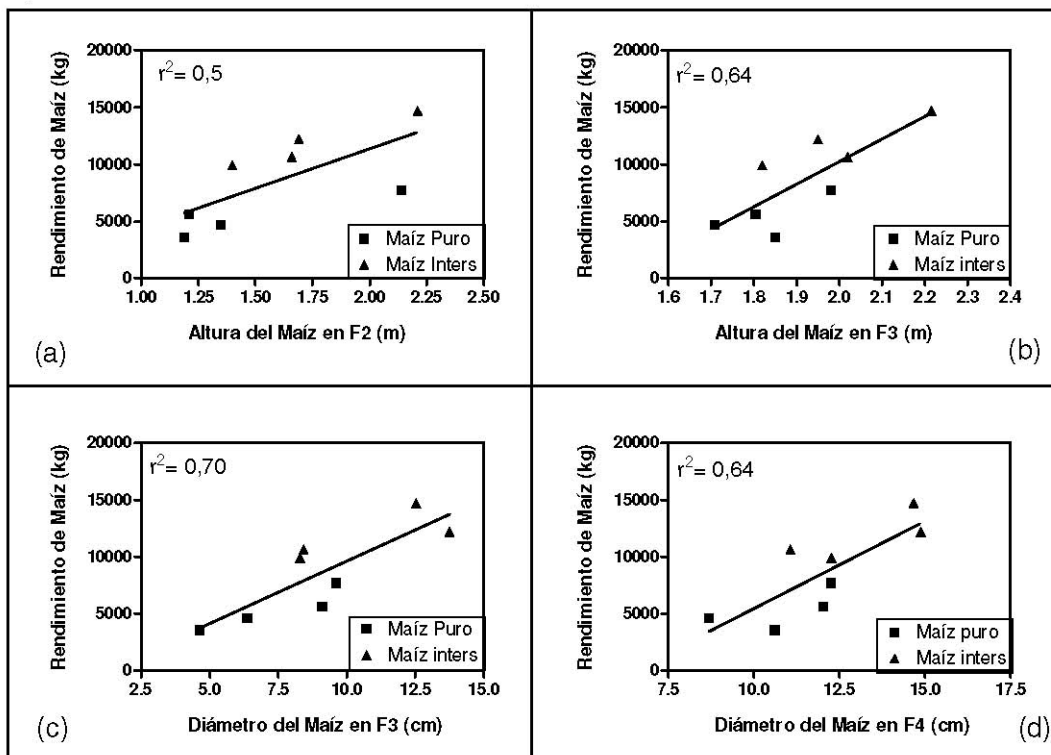


Figura 5: Relación entre el rendimiento de maíz y su altura a la floración del maíz (a), a la floración de la soja (b), y entre el rendimiento de maíz y el diámetro de su caña a la floración de la soja (c) y a la cosecha del maíz (d).

De la misma manera que con el maíz, el rendimiento del cultivo de soja se relacionó en forma directa con su altura en el momento de su floración ($p = 0,01$, $r = 0,65$; Fig. 6a) y a la cosecha del maíz ($p = 0,0002$, $r = 0,91$; Fig. 6b), y con el diámetro de su tallo en su floración ($p = 0,004$, $r = 0,77$; Fig. 6c) y a la cosecha del maíz ($p = 0,005$, $r = 0,76$; Fig. 6d).

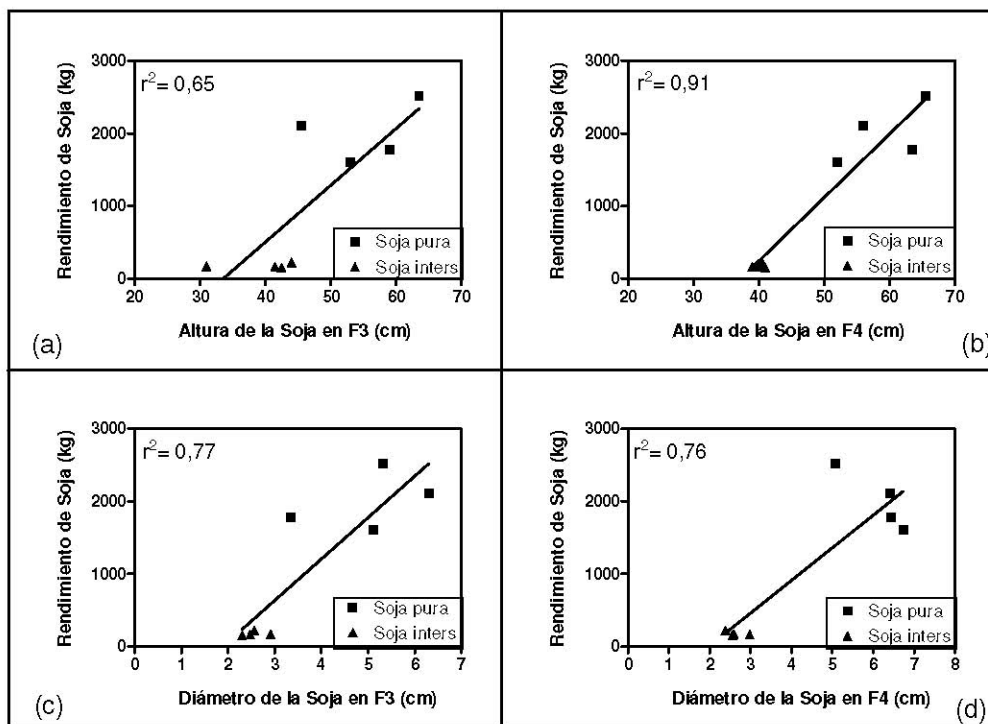


Figura 6: Relación entre el rendimiento de soja y su altura a la floración de la soja (a), a la cosecha del maíz (b), y entre el rendimiento de soja y el diámetro de su tallo a la floración de la soja (c) y a la cosecha del maíz (d).

DISCUSIÓN

La densidad de siembra, medida en plantas por metro lineal, fue semejante entre los planteos de monocultivo e interseembra para ambos cultivos. Estas similitudes indican que al menos en la dirección de la línea de siembra los fenómenos de competencia intraespecífica deben haber sido semejantes entre los planteos de monocultivo e interseembra. Las interacciones ocurrieron más probablemente en la interfase donde las dos especies estuvieron más próximas en distancia, resultando en incrementos o disminuciones de crecimiento y rendimientos. Es claro que el maíz creció y rindió más en condiciones de interseembra, donde convivió con un cultivo como la soja, de un porte naturalmente menor y que fue sembrado más tarde. Esto le permitió al maíz capturar mejor los recursos luz y fundamentalmente agua, en un año con deficiencias hídricas bastante severas, que cuando se encontró en monocultivo con una competencia intraespecífica más fuerte. La explicación de un mayor rendimiento del cultivo de maíz en interseembra se debe entonces a una mayor biomasa de las plantas, ya que el rendimiento de maíz se compone de la biomasa acumulada y la partición de la misma a la espiga, llamada índice de cosecha, y este índice es bastante estable para cada genotipo bajo determinadas condiciones ambientales (Cárcova et al., 2006). Esta asociación entre la biomasa de las plantas y el rendimiento puede comprobarse con las relaciones lineales y significativas entre parámetros de crecimiento como la altura o el diámetro y el rendimiento del maíz. Por el contrario, el cultivo de soja, cuyo ciclo y momento de máxima absorción se da más tarde que en el ciclo del maíz, en condiciones de interseembra se encontró en un ambiente más seco y con menos irradiación que cuando creció en monocultivo, resultando en que la competencia con el maíz disminuyó seriamente el crecimiento de la soja. Esta interacción interespecífica asimétrica fue más marcada en estadios avanzados del ciclo del maíz, con plantas altas y con mayor capacidad de interceptar luz, y cuando gran parte de la humedad del suelo ya había sido consumida. Esta competencia desigual llevó a que en monocultivo el rendimiento de la soja fue significativamente mayor a condiciones de interseembra, donde el rendimiento de la oleaginosa fue estrepitosamente bajo, no superando el promedio los 200 kg de grano por hectárea. De la misma manera que con el maíz, el menor rendimiento de soja en interseembra también puede ser explicado por menores biomásas logradas bajo estas condiciones, según se desprende de la figura 8. Puede concluirse entonces que la facilitación en la interseembra planteada fue altamente asimétrica, muy beneficiosa para el cultivo de maíz y muy perjudicial para el de la

soja.

Los rendimientos de los cultivos puros presentaron valores muy bajos si se los compara con los rendimientos regionales, lo que puede explicarse por un año climáticamente riguroso, con escasas lluvias, situación aún más complicada por la textura fina de los suelos involucrados, los cuales a pesar de retener importantes cantidades de agua, en condiciones de sequía presentan elevadas succiones mátricas que limitan la cantidad de agua disponible para los vegetales. Adicionalmente, cuando estos suelos de características vérticas se encuentran secos, la consistencia se vuelve considerablemente dura, lo que genera un impedimento físico para el normal desarrollo de las raíces. La interseembra produjo en las condiciones estudiadas un aumento en el rendimiento del cultivo de maíz con respecto a su monocultivo de un 120%, mientras que determinó una disminución promedio del rendimiento de soja del 90%. Estas diferencias son realmente relevantes si se las compara con estudios en otros lugares: en intercultivos de fajas de maíz-soja, West y Griffith (1992) observaron incrementos en el rendimiento de 30% de maíz y disminuciones de 27% en el rendimiento de la soja en Indiana, USA, mientras que Ghaffarzadeh et al. (1994) encontraron que sistemas de interseembra en fajas en Iowa, USA, llevaron a rendimientos de maíz 20 a 24% mayores, y a rendimientos de soja 10-15% menores que sus monocultivos. Estos grandes efectos en nuestro trabajo sugieren que la competencia interespecífica fue extremadamente desigual, por la naturaleza y ciclo de los cultivos en combinación con condiciones ambientales desfavorables, concluyéndose que la práctica de interseembra debe ser cuidadosamente regulada en función de los genotipos utilizados y el probable ambiente que enfrentarán las especies involucradas. La resultante del efecto global de la práctica de interseembra sobre el rendimiento de los cultivos puede obtenerse del valor de la tasa de tierra equivalente, LER. Para nuestro trabajo el valor de LER de la interseembra fue de 2,39, por lo tanto mayor a 1, por lo que puede concluirse que la productividad de este sistema es en términos biológicos mayor que la suma de los monocultivos. Además, un LER mayor a 1 implica que la facilitación entre especies es más fuerte que el efecto de competencia entre ellas. Sin embargo, no debería concluirse que esta ventaja del sistema de interseembra surja de un uso compartido o complementario de los recursos ambientales. La ventaja en el rendimiento de maíz derivó probablemente de diferencias en competitividad interespecífica con respecto a la soja, como fue sugerido por Zhang y Li (2003), lo que fue confirmado por el alto LER parcial del maíz y muy bajo de la soja; el LER parcial del maíz fue de 2,3, conformando la mayor parte del LER final. Este oportunismo o elevada habilidad competitiva del maíz en el sistema planteado pudo confirmarse con el cálculo de agresividad relativa del maíz con respecto a la soja, que arrojó un valor mayor a 0. Existen otros reportes del efecto positivo de la interseembra de cultivos, especialmente en suelos del Noroeste de la República de China, donde la interseembra de cultivos Trigo/Maíz (*Zea mays* L.), Trigo/Haba (*Vicia Faba* L.) y Trigo/Soja es muy común (Song et al., 2007). La biomasa total y rendimientos en grano de cultivos intercalados de trigo, habas, maíz y garbanzo fueron significativamente mayores a aquellos de dichas especies creciendo solas en un suelo calcáreo de China (Li et al., 2003b; Song et al., 2007; Gunes et al., 2007).

CONCLUSIONES

Es claro que el maíz creció y rindió más en condiciones de interseembra, donde convivió con un cultivo como la soja, de un porte naturalmente menor y que fue sembrado más tarde. Por el contrario, el cultivo de soja, cuyo ciclo y momento de máxima absorción se da más tarde que en el ciclo del maíz, en condiciones de interseembra se encontró en un ambiente más seco y con menos irradiación que cuando creció en monocultivo, resultando en que la competencia con el maíz disminuyó seriamente el crecimiento de la soja. Esta interacción interespecífica asimétrica fue más marcada en estadíos avanzados del ciclo del maíz, con plantas altas y con mayor capacidad de interceptar luz, y cuando gran parte de la humedad del suelo ya había sido consumida. La resultante del efecto global de la práctica de interseembra sobre el rendimiento de los cultivos puede obtenerse del valor de la tasa de tierra equivalente, LER. Para nuestro trabajo el valor de LER de la interseembra fue de 2,39, por lo tanto mayor a 1, por lo que puede concluirse que la productividad de este sistema es en términos biológicos mayor que la suma de los monocultivos. Sin embargo, no debería concluirse que esta ventaja del sistema de interseembra surja de un uso compartido o complementario de los recursos ambientales.

AGRADECIMIENTOS

PARTE DE ESTE TRABAJO FUE FINANCIADO POR EL PROYECTO UBACYT G061

BIBLIOGRAFÍA

- CALLAWAY R.M.; PUGNAIRE F.I. 1999. Facilitation in plant community. En: Handbook of Functional Plant Ecology. Ed.: Pugnaire F.I. P.623-648. Marcel Dekker, New York.
- CÁRCOVA J.; BORRAS L.; OTEGUI M. 2006. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en maíz. En: Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Ed.: Satorre Emilio et al. P.135-173. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires.
- CRAWLEY M.J. 1997. Plant Ecology. Blackwell Science, Cambridge, UK. P. 512-513.
- GHAFFARZADEH M.; PRECHAC F.G.; CRUSE R.M. 1994. Grain yield response of corn, soybean, and oat grown in a strip intercropping system. American Journal of Alternative Agriculture v.9, p.171-177.
- GOMEZ A.A.; GOMEZ K.A. 1983. Multiple cropping in the humid tropics of Asia, IDRC 176E, IDRC, Ottawa.
- GUNES A.; INAL A.; ADAK M.S.; ALPASLAN M.; BAGCI E.G.; EROL T.; PILBEAM D.J. 2007. Mineral nutrition of wheat, chickpea and lentil as affected by mixed cropping and soil moisture. Nutrient Cycling in Agroecosystems v.78, p.83-96. DOI 10.1007/s10705-006-9075-1.
- JOLLIFFE P.A.; WANJAU F.M. 1999. Competition and productivity in mixtures: some properties of productive intercrops. Journal of Agricultural Science v.132, p.425-435.
- LI L.; SUN J.H.; ZHANG F.S.; LI X.L.; YANG S.C.; RENGEL Z. 2001. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping. I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients. Field Crops Research v.71, p.123-137.
- LI L.; TANG C.; RENGEL Z.; ZHANG F. 2003a. Chickpea facilitates phosphorous uptake by intercropped wheat from an organic phosphorous source. Plant and Soil v.248, p.297-303.
- LI L.; ZHANG F.; LI X.; CHRISTIE P.; SUN J.; YANG S.; TANG C. 2003b. Interspecific facilitation of nutrient uptake by intercropped maize and faba bean. Nutrient Cycling in Agroecosystems v.65, p.61-71.
- SAS INSTITUTE INC. 1999. User's guide: statistics. 5th ed. SAS Inst., Cary, NC.
- SONG Y.N.; ZHANG F.S.; MARSCHNER P.; FAN F.L.; GAO H.M.; BAO X.G.; SUN J.H.; LI L. 2007. Effect of intercropping on crop yield and chemical and microbiological properties in rhizosphere of wheat (*Triticum aestivum* L.), maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.). Biology and Fertility of Soils v.43, p.565-574.
- VAN DER MEER J.H. 1989. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press, Cambridge.
- WEST T.D.; GRIFFITH D.R. 1992. Effect of strip intercropping corn and soybean on yield and profit. Journal of Production Agriculture v.5, p.107-110.
- WILLEY R.W.; RAO M.R. 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. Experimental Agriculture v.16, p.117-125.
- ZHANG F.; LI L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient use efficiency. Plant and Soil v.248, p.305-312.