

AGROSISTEMA SUSTENTABLE MAÍZ-CUBIERTAS VERDES TROPICALES EN CERRO AZUL, MISIONES

LIDIA GIUFFRÉ¹; G. PICCOLO²; OLGA HEREDIA¹;
CARLA PASCALE¹ y A. BIANCHI¹

RESUMEN

Los suelos altamente meteorizados de los trópicos presentan deficiencias de nutrientes, especialmente de fósforo. La producción de cultivos anuales de subsistencia en la provincia de Misiones se realiza en pequeñas superficies con agricultura itinerante. Como consecuencia del monocultivo se deteriora la estructura del suelo, se degrada la materia orgánica y hay erosión. Se realizó un ensayo en el INTA Cerro Azul, para estudiar la influencia de la consociación de leguminosas tropicales con maíz, sobre la materia orgánica, el pH y el P-Bray del suelo. Se evaluó el rendimiento de maíz, con labranza convencional y siembra directa. Los tratamientos fueron testigo (sólo maíz: *Zea mays*): (T), poroto sable (*Canavalia ensiformis*), +maíz (PS), mucuna ceniza (*Stizolobium niveum*) + maíz (M), caupí (*Vigna unguiculata*) + maíz (C), en labranza convencional (LC) y con siembra directa (SD). La consociación mucuna-maíz en siembra directa mejoró el nivel de materia orgánica y de fosfatos; pero el pH no presentó diferencias significativas entre tratamientos. Los rendimientos de maíz no mostraron diferencias significativas entre tratamientos durante los dos años del ensayo.

Palabras clave. Maíz, cubiertas verdes, suelos tropicales.

SUSTAINABLE AGROSYSTEM CORN-TROPICAL GREEN COVERS IN CERRO AZUL, MISIONES

SUMMARY

Highly weathered soils from the tropics present nutrient deficiency, especially of phosphorus. Subsistence annual production in Misiones province is performed in small surfaces with itinerant agriculture. As a consequence of monoculture, soil structure is deteriorated, organic matter is degraded and erosion occurs. A trial was conducted in INTA Cerro Azul, to study corn-tropical legumes consociation, with the objective of studying the influence on soil organic matter, pH and Bray-P. Treatments were control (only corn: *Zea mays*) (T), poroto sable (*Canavalia ensiformis*) + corn (PS), mucuna ceniza (*Stizolobium niveum*) + corn (M), caupí (*Vigna unguiculata*) + corn (C), with conventional tillage (LC) and no tillage (SD). Mucuna-corn consociation in no-tillage showed increased organic matter and phosphates, but pH showed non significant differences between treatments. Corn yield presented non significant differences between treatments during the two years of the experiment.

Key words. Corn, green covers, tropical soils.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Misiones es la región de mayor biodiversidad de la Argentina, pero a su vez, un ambiente de extrema fragilidad. El sector agrario tiene un rol protagónico en la economía provincial, y la producción agraria misionera se sustenta principal-

mente en los cultivos perennes, como son la yerba mate y el té. Los cultivos anuales se realizan en pequeñas superficies como cultivos de autoconsumo. La Estación Experimental del INTA Cerro Azul corresponde a una zona agroeconómica caracterizada por tener un elevado número de propiedades

¹Catedra de Edafología. Facultad de Agronomía UBA. Av. San Martín 4453. 1417 Buenos Aires. ²Estación Experimental INTA Cerro Azul, Misiones.

personales y familiares, ocupantes con permiso y de hecho, con un gran número de explotaciones de baja superficie, y agricultura itinerante.

Los suelos de Misiones, formados por una alteración profunda de tipo laterítica, presentan una aptitud de uso condicionada por su fertilidad deficiente, en especial de fósforo que es uno de los principales nutrientes limitantes (Hue *et al.*, 1994). La declinación de la fertilidad en suelos de los trópicos está generalmente asociada con el clima y la configuración topográfica, pero también se ve intensificada debido a factores sociales y antropogénicos. El uso del suelo para cultivos anuales y agricultura de subsistencia, produce cambios químicos que difieren de acuerdo al manejo de los suelos (Amado, 2000; Hartemunk, 2003). La remoción del suelo realizada durante sucesivas campañas, produce una disminución del contenido en materia orgánica (Ragvan *et al.*, 1990; Strunctova *et al.*, 1993). Esto obedece principalmente a la estimulación de la descomposición de la materia orgánica edáfica favorecida por las altas temperaturas imperantes en la región.

En la provincia de Misiones, en zonas con suelos poco profundos y pedregosos no aptos para cultivos perennes, es habitual la producción de cultivos anuales de subsistencia en sistemas de agricultura migratoria. Esta modalidad ocasiona en pocos años una severa mineralización de la materia orgánica y destrucción de la estructura del suelo. La consociación del maíz con cubiertas verdes es una alternativa viable para transformar el agroecosistema tradicional de producción de maíz en otro más sustentable. En un ensayo anterior en suelos de Misiones, se estudió la aptitud de leguminosas tropicales para ser utilizadas como abonos verdes. Los rendimientos del maíz consociado presentaron una tendencia de incremento con respecto al monocultivo, siendo detectadas diferencias estadísticamente significativas a partir del tercer año. Se observó que las leguminosas consociadas con maíz se comportaron como un agroecosistema sustentable, siendo una alternativa apropiada para transformar los sistemas de agricultura migratoria en estables (Piccolo, 2001).

La utilización de abonos verdes de leguminosas en suelos tropicales resultó ventajosa por la fijación biológica de nitrógeno pero, además, permite la incorporación de materia orgánica al suelo, produciendo aumento de lombrices y organismos benéficos, con un aumento de la productividad con mínima aplicación de agroquímicos. Se conoce ade-

más, que los abonos verdes mejoran la infiltración y la retención hídrica, permiten el control de malezas, nematodos y patógenos de la raíz y protegen al suelo contra la erosión (Aguilar, 1993; Burket *et al.*, 1997).

Mediante la ley 3.231 de Conservación de Suelos de Misiones, se instrumenta el Programa Provincial de Conservación de Suelos, con función de adaptar y difundir las prácticas para la conservación, mejoramiento y recuperación de la capacidad productiva de los suelos, de modo de generar una planificación de los sistemas de producción, y lograr la adopción de la tecnología conservacionista.

Teniendo en cuenta la fragilidad del sistema suelo de esta región con los cultivos anuales de maíz y las condiciones socioeconómicas en que se producen, el objetivo del trabajo es estudiar el efecto de sistemas consociados maíz-cubiertas verdes sobre el pH, carbono fácilmente oxidable y fósforo extractable del suelo, y sobre los rendimientos de maíz, utilizando dos sistemas de cultivo: tradicional con remoción del suelo, y siembra directa. Los experimentos se realizaron sobre un suelo Hapludol de Cerro Azul (Misiones), durante 2 años consecutivos (campañas 2001-2002 y 2002-2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

La provincia de Misiones se encuentra en el extremo nordeste de la República Argentina, y la Estación Experimental Agropecuaria INTA Cerro Azul, donde se efectuó el ensayo, está ubicada en el departamento de L. N. Alem, a 283 m s.n.m. y a 27° 39' de latitud Sur y 56° 26' de longitud Oeste. Su clima es subtropical húmedo, con régimen pluviométrico isohigro (sin estación seca definida) y la temperatura del suelo de 0-10 cm de profundidad varía entre 27,1 °C y 16 °C. Es una de las zonas del país con mayores precipitaciones distribuidas a lo largo del año, con un promedio de 1.650 mm anuales.

El suelo analizado es un suelo somero pedregoso representativo de los utilizados en sistemas de minifundio (Hapludol éntico esquelético franco de la serie Libertad). El manejo posterior a su desmonte consistió en un año de cultivos anuales y 24 años de cultivo de mandarina.

Se planificó un ensayo para estudiar el efecto en algunas propiedades del suelo de la consociación de maíz (variedad Centralmex) con tres leguminosas tropicales: poroto sable (*Canavalia ensiformis*), mucuna ceniza (*Stizolobium niveum*) y caupí (*Vigna unguiculata*). Se ensayaron dos tipos de labranza: la preparación del terreno para

la labranza convencional se efectuó con dos pasadas de arado tatú (implemento local), y para la siembra directa se agregaron durante el ciclo dos carpidas manuales. El maíz se sembró en la primera quincena de septiembre (con sembradora manual) y se cosechó en marzo, y las cubiertas se sembraron en los entresurcos en la segunda quincena de diciembre (estado de grano lechoso del maíz).

El diseño experimental consistió de 5 bloques, con parcelas de 15 m x 3,60 m. compuestas por 5 líneas de maíz con 0,90 m de separación entre líneas y 1,00 m entre plantas (Fig. 1). Los tratamientos fueron testigo (sólo maíz: T), poroto sable+maíz (PS), mucuna ceniza+ maíz (M), caupí+ maíz (C), en labranza convencional (LC) y con siembra directa (SD).

Durante la primera quincena de agosto del primero y segundo año de cultivo, se extrajeron de cada parcela 3 submuestras de suelo correspondientes al horizonte superficial (0-5 cm). El muestreo se efectuó con un cilindro de 5 cm de diámetro, y las submuestras fueron compuestas a campo previo traslado al laboratorio.

Las propiedades del suelo analizadas fueron: pH: en agua (relación 1:2,5); materia orgánica (técnica de Walkley y Black) y P extractable mediante Bray y Kurtz 1 (Page, 1982). Para el análisis de los rendimientos se cosecharon las tres líneas centrales de cada parcela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El carbono orgánico es el indicador más importante de calidad de suelos debido a su impacto en indicadores físicos, químicos y biológicos. En Brasil, las tierras tropicales degradadas, asociadas con un gran potencial de erosión, mostraron una pérdida de calidad del suelo basada en la declinación de la MO, baja infiltración, compactación, baja de la productividad y, consecuente, emigración rural (Amado, 2000).

La consociación mucuna-maíz en siembra directa permitió incrementar en forma estadísticamente significativa el nivel de materia orgánica del suelo en el tratamiento con siembra directa. Para el poroto sable los incrementos fueron menores y no significativos estadísticamente (Fig. 2).

La siembra directa puede promover el aumento de fósforo del suelo especialmente en la capa superficial. Con respecto al fósforo disponible en este ensayo, el tratamiento con mucuna se tradujo en un incremento significativo de los fosfatos extractables en suelo con respecto a la situación original, llegando casi a duplicarlo durante el primer año de siembra directa, demostrando la importancia de las legu-

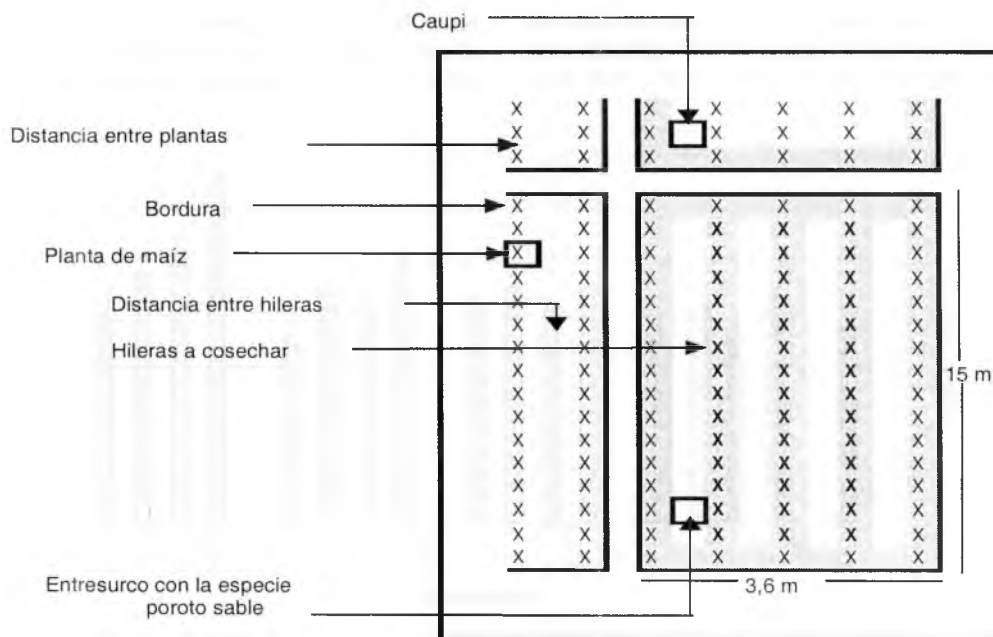


FIGURA 1. Esquema de la parcela.

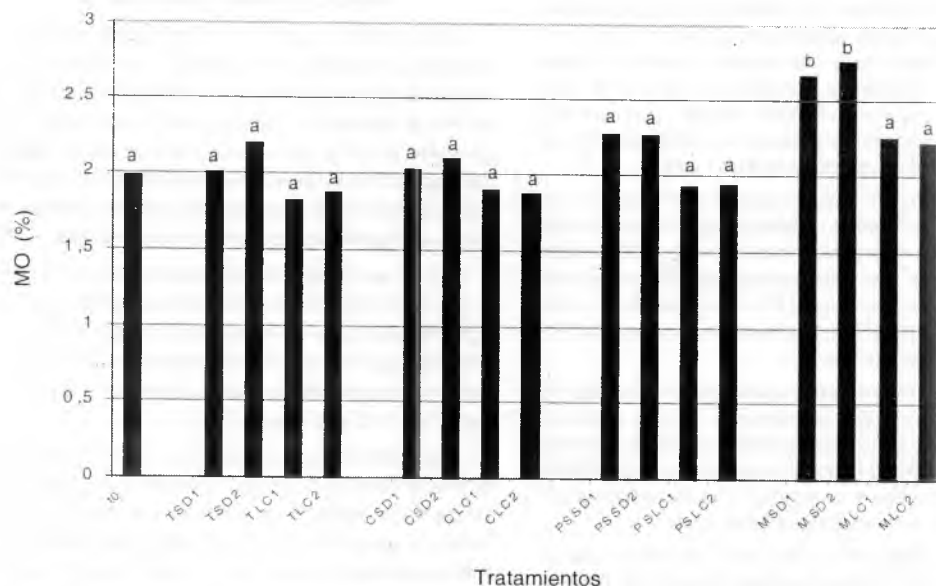


FIGURA 2. Valores promedio de materia orgánica del suelo para todos los tratamientos t0: suelo en situación inicial, T: testigo (maíz), C: maíz+caupí, PS: maíz + poroto sable, M: maíz + mucuna . SD1: primer año de siembra directa; SD2: segundo año de siembra directa. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$).

minosas como abono verde para la provisión de fosfatos (Fig. 3). En el segundo año del ensayo se observó una disminución de los valores de P- Bray

que podría atribuirse a problemas en el manejo del ensayo, ya que al no aplicarse glifosato en siembra directa, existió una severa invasión de malezas.

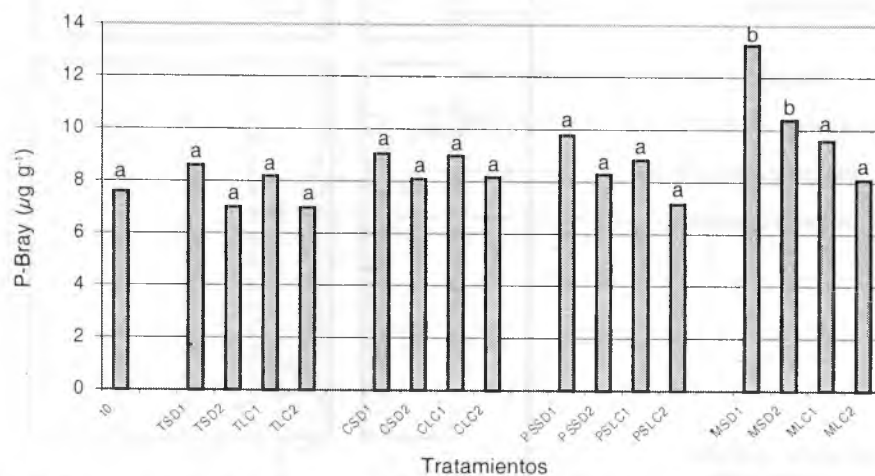


FIGURA 3. Valores promedio de fósforo extractable del suelo para todos los tratamientos t0: suelo en situación inicial, T: testigo (maíz), C: maíz+caupí, PS: maíz + poroto sable, M: maíz + mucuna . SD1: primer año de siembra directa; SD2: segundo año de siembra directa. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$).

En el caso del pH, los valores no resultaron afectados por los distintos tratamientos. El pH de la situación inicial tiempo cero fue 6,4, presentando valores homogéneos en todos los tratamientos, sin diferencia significativa.

Los rendimientos de maíz no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en los dos años del ensayo, oscilando la producción de granos de maíz alrededor de un valor promedio de 2.500 kg ha⁻¹, con alta variabilidad entre bloques para cada tratamiento. Piccolo (2001), también encontró diferencias significativas a partir del tercer año en un ensayo anterior. El manejo se realizó conforme a las condiciones locales, sin aplicación de fitosanitarios, pero está prevista una aplicación de glifosato en el manejo de siembra directa durante el tercer año del ensayo.

La ley 3231 de Conservación de Suelos de Misiones, en su artículo 20, estipula que con la finalidad de apoyar financieramente la adopción de prácticas y procedimientos conservacionistas para el manejo racional del suelo mediante sistemas planificados de producción, la autoridad de aplicación implementará medidas de fomento tales como: subsidios, créditos, desgravaciones impositivas o exen-

ciones impositivas y, toda otra medida que considere apropiada para tal fin. En la situación socioeconómica imperante, la adopción de la siembra directa de maíz como sistema conservacionista se presenta, entonces, como una interesante alternativa para evitar la degradación por erosión y mejorar la calidad de los suelos con manejo del carbono orgánico y sus indicadores asociados, con la ventaja de disminuir la presión sobre los recursos naturales selva y suelo. La consociación con cubiertas vegetales permitiría en el tiempo mejorar los niveles de fertilidad de los suelos sin aplicación de fertilizantes, práctica común en minifundios.

CONCLUSIONES

La consociación mucuna-maíz mejoró en forma significativa el nivel de materia orgánica y de fosfatos, pero el pH no presentó diferencias significativas entre tratamientos.

Los rendimientos de maíz no mostraron diferencias significativas entre tratamientos durante los dos años del ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, H.G. 1993. Abonos verdes: beneficios de su utilización. *INTA San Pedro*, año 1, no.3: 25-26.
- AMADO T.C. and D.J. REINERT. 2000. No-tillage as a tool for sustainable agriculture in south Brazil <http://www.fao.org/ag/ags/agsse/3ero/harare/PartII/23Amado.htm>
- BURKET, J. Z.; D.D. HEMPHILL and R.P. DICK. 1997. Winter crops and nitrogen management in sweet corn and broccoli rotations. *Hort. Sci.* 32: 664-668.
- HARTEMUNK, A.E. 2003. Soil fertility decline in the tropics with case studies on plantations. *CABI Publishing* 2003: 300 pp.
- HUE, N.V.; H. IKAWA and J.A. SILVA. 1994. Increasing plant available P in an Ultisol with a yard-waste compost. *Commun. Soil Sci. & Plant Analysis* 25: 3291-3303.
- PAGE, E. 1982. Methods of soil analysis (Part 2), Chemical and Microbiological properties, N° 9 in the Agronomy Series, SSSA, Inc. Publ., WI, USA, 1159p.
- PICCOLO, G. 2001. Aptitud de leguminosas tropicales para ser utilizadas como cubiertas verdes (Misiones, Argentina). EEA INTA Cerro Azul. *Informe Técnico N° 72*. 8p.
- RAGVAN, G.; P. ALVO and E. MC KYES. 1990. Soil compaction in agriculture: a view towards managing the problem. *Adv. Soil Sci.* 11: 1-36.
- REINERT, D.J. 1982. Efeito de métodos de preparo do solo, calagem e manejo da resteva sobre algumas propriedades físicas e químicas em Latossolo vermelho escuro. M. S. thesis, Santa Maria, Brasil, 98p.
- STRUNCTOVA, H.; O. HEINEMEYER and E.A. KAISER. 1993. The influence of soil compaction on microbial biomass and organic carbon turnover in microaggregates. *Geoderma* 56: 587-598.
- WILZ, J. 1996. Effects of corn monoculture on soils. <http://www.acad.carleton.edu/curricular/GEOL/classes/geo258/studentwork/Wilz.html>