NOTA TECNICA

Raigrás como cultivo de cobertura:

Efecto del largo del período de barbecho sobre la disponibilidad de agua, el riesgo de erosión y el rendimiento de la soja[1]

Guillermo Siri-Prieto*, Oswaldo Ernst*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la agricultura de secano del Uruguay está claramente dominada por los cultivos de verano, en especial las oleaginosas, donde la soja es el cultivo principal. En los sistemas agrícolas la rotación de cultivos, así como el sistema de laboreo, han afectado el carbono orgánico del suelo (COS) a través de la cantidad y calidad de la biomasa producida por unidad de tiempo y por dejar el suelo expuesto a la erosión (Garcia Prechac et al., 2004). La magnitud y velocidad de la pérdida del COS varía con el tipo de suelo, condiciones climáticas, secuencia de cultivos, tipo de laboreo y cantidad de rastrojo dejado sobre el suelo (Paustian *et al.,* 1997). El COS aumenta cuando se producen altas cantidades de raíces y residuos en superficie, y es reducido cuando existen períodos de baja producción (Campbell y Zentner, 1993). Esto generalmente ocurre cuando el suelo está en barbecho por largos períodos (Campbell *et al.,* 1991) o cuando se retira el residuo de los cultivos o biomasa total producida. La existencia de prolongados períodos de barbecho incrementa la oxidación del COS, modifica la eficiencia de uso del agua y vuelve al suelo susceptible de erosión. Debido a que más del 80% de la soja se siembra sin laboreo, el análisis se debe centrar en este esquema de manejo del suelo. Un incremento de la secuencia soja-soja no permite cumplir con las dos condiciones mencionadas anteriormente, ya que no logra producir altas cantidades de materia seca anuales (produce en el mejor de los casos 50% del tiempo), y el rastrojo que deja desaparece rápidamente, dejando el suelo expuesto a la erosión más del 80% del tiempo entre la cosecha y el momento de cierre del entre surco del cultivo siguiente.

[1]Trabajo financiado parcialmente por Convenio ADP, AUSID, Macció y Cía y Yalfin S.A.

* Ings. Agrs. Dpto. Producción Vegetal, EEMAC. Facultad de Agronomía-Uruguay

Los trabajos realizados con modelos de simulación USLE/RUSLE y CENTURY (Clérici *et al.,* 2004) indican que la erosión y pérdida de carbono orgánico de sistemas agrícolas sin laboreo son directamente proporcionales a la frecuencia con que aparece el cultivo de soja en la rotación. La secuencia soja-soja determina pérdidas netas de suelo superiores a los máximos admitidos para nuestra condición agroecológica.

¿QUÉ SON LOS CULTIVOS DE COBERTURA? ¿POR QUÉ LA NECESIDAD DE INTEGRARLOS AL SISTEMA?

Para lograr la sustentabilidad del sistema de producción basada en granos, se debe mejorar el balance de carbono a través de un mayor aporte de biomasa vegetal. En este sentido, los cultivos de coberturas (CC) son una herramienta agronómica ideal porque cumplen el doble rol de aportar carbono, crear cobertura vegetal e incrementar el potencial de rendimiento de los cultivos renta de verano.

A través de los siglos se ha conocido la utilidad de los CC en la agricultura. Estos cultivos se siembran, no tanto por sus beneficios de corto plazo, sino por sus beneficios a largo plazo. Estos beneficios aparecen cuando los CC se cortan o disecan y se dejan sobre el suelo para mejorar el aporte de biomasa y por ende la entrada de car-

bono al sistema suelo. Además, son una herramienta importante en el manejo de malezas, pues reducen su crecimiento al competir por espacio, luz, humedad y nutrientes. Los CC por si solos no son la única vía para restaurar la fertilidad de los suelos, sino una forma de hacer un uso más eficiente de los recursos existentes al combinarse con otras alternativas de conservación del suelo. Una de las mayores barreras para la adopción de los cultivos de cobertura es desconocer cuánta agua consumen. Este efecto dependerá del momento de secado del CC, de las condiciones climáticas (momento y cantidad de precipitaciones), de la fecha de siembra del cultivo de grano y del tipo de suelo. Los riesgos asociados al excesivo consumo de agua del cultivo de cobertura se verían disminuidos con la siembra temprana de los mismos, y el desecado antes de floración (leguminosas) o encañazón (gramíneas). Montoya *et al.* (2005) para la región de La Pampa (Argentina) concluyeron que los períodos de barbecho de 30 y 60 días aseguran llegar a la siembra del cultivo con la chacra libre de malezas y una buena provisión de agua al momento de la siembra. En ese sentido Ernst *et al.* (2004) determinaron una mejor implantación, crecimiento y un mayor contenido de nitratos y agua en el suelo cuando la duración del barbecho químico fue mayor a 45 días. Según Ruffo y Parsons (2003), el momento de terminación del crecimiento de estos CC debe adecuarse siguiendo dos criterios: a) lograr una acumulación de biomasa que garantice una importante cobertura y aportes de carbono y, b) ajustarse zonalmente a las precipitaciones de cada región para asegurar la recarga del perfil con las lluvias de primavera.

Es por eso, que el Grupo de Trabajo Interdisciplinario - Agricultura, de la Estación Experimental "Dr. M. A. Cassinoni" (EEMAC) ejecutó desde el 2004, varios proyectos de investigación, con el objetivo de evaluar el efecto del manejo del cultivo de raigrás como cultivo de cobertura invernal sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo, así como también su efecto en el crecimiento y rendimiento de soja de primera. Esto no se contrapone al conocimiento ya generado por varias instituciones nacionales e internacionales en relación a que la mejor manera de que un suelo mantenga o aumente su fertilidad es llevar adelante prácticas de manejo que hagan un cultivo más productivo y se aumenten la cantidad de cultivos por año. Estas prácticas son: la rotación de cultivos, siembra directa con residuos en superficie, fertilización de cultivos, etc.

PRINCIPALES RESULTADOS

Biomasa del cultivo cobertura según momento de control químico

Las diferencias en cantidad de rastrojo a la siembra de soja están dadas principalmente por dos factores: el estado fenológico del raigrás al momento de aplicado el glifosato en los distintos tratamientos (diferentes relaciones C/N) y el tiempo transcurrido desde la aplicación de glifosato hasta la siembra, lo que determina una mayor descomposición del rastrojo en los tratamientos con más tiempo de barbecho. Los barbechos más largos tienen más tiempo para descomponer menos kilos de una biomasa con relación C/N más baja.

La biomasa acumulada por el raigrás en invierno tuvo amplias variaciones entre años (Cuadro 1). En 2004 se registraron excelentes condiciones tanto hídricas como térmicas, lo que determinó muy buena producción de biomasa de raigrás. En cambio, en el año 2006, por un atraso en la siembra del raigrás y de las condiciones imperantes en el invierno (frío y lluvioso), se produjeron condiciones muy poco propicias para la generación de biomasa. Los tratamientos con controles químicos de raigrás temprano (largos de barbecho de 60 y 40 días) no presentaron diferencias significativas entre sí, excepto en 2006, obteniéndose las menores producciones de materia seca/ha. Promediando los tres años evaluados, la producción de MS de raigrás fue de 2,21 y 1,65 t/ha para largos de barbechos de 60 y 40 días, res-

pectivamente. La mayor producción de materia seca se obtuvo con el control del raigrás el día de la siembra de la soja (largo barbecho 0), presentando valores tan altos como 8,0 t/ha (2004). Como es de esperar, la biomasa de raigrás se incrementó a medida que el control fue retrasado. En la literatura internacional se han encontrado resultados similares, donde el control temprano siempre dio lugar a una producción más baja de biomasa que el control tardío (Westgate *et al.,* 2005). Es decir, el objetivo es llegar con la máxima cobertura y generación de biomasa antes de la siembra del cultivo renta para generar mayor entrada de carbono y proteger el recurso suelo de la gota de agua y posterior escorrentía.

Cuadro 1. Producción de biomasa aérea del cultivo de cobertura (raigrás) según el momento de control (largo de barbecho) para los años evaluados (2004-2006) en la EEMAC, Paysandú. Valores promedios por tratamiento, expresados en toneladas de MS/ha.

Largo de barbecho (días)	Toneladas de materia seca de raigrás a la siembra de soja		
	2004	2005	2006
0	8,07 a	5,42 a	2,45 a
20	6,80 b	2,47 b	0,93 b
40	4,45 c	1,39 c	0,80 b
60	3,54 c	0,96 c	0,46 c

Efecto de la duración del periodo de barbecho sobre el cultivo cobertura sobre:

A) Disponibilidad de N-NO_3- en el suelo

Como es de conocimiento, los procesos que hacen disponible al nitrógeno del suelo para las plantas se modifican en función de factores ambientales como la temperatura, humedad y ubicación del rastrojo, calidad del mismo, cantidad de raíces, etc. Durante el período de barbecho, también se produce la descomposición de los residuos en superficie y de las raíces del cultivo anterior. Cabe aclarar que la cantidad de residuos dentro del suelo en un sistema de no laboreo, a diferencia de situaciones con laboreo, corresponde mayoritariamente a raíces, ya que la parte aérea no es incorporada y por ende su descomposición es mas lenta. Una vez finalizada la descomposición de los residuos, es posible acumular N-NO_3 en el suelo hasta niveles considerados suficientes para los cultivos.

Como se presenta en el Cuadro 2, los tratamientos que presentaron los mayores niveles de N-NO_3 a la siembra en los primeros 20 cm del suelo fueron los de barbecho más largo (40 y 60 días). Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Ranells y Wagger (1996), quienes indican que los residuos de los cultivos de cobertura han demostrado afectar la disponibilidad de N en suelo para el cultivo siguiente. Esto se agrava cuando el CC es raigrás, como en este caso, donde a medida que la aplicación de herbicida se atrasa y comienza la encañazón, es de esperar un aumento en la relación C:N de los tejidos, debido principalmente a la gran acumulación de C en los tejidos en los últimos estadios.

Cuadro 2. Concentración de nitratos en suelo de 0 a 20 cm de profundidad, a la siembra de soja, según el largo de barbecho usando raigrás como cultivo de cobertura (2004-2006), EEMAC, Paysandú.

Largo de barbecho	**Concentración de nitratos en suelo (0-20 cm) (ppm)**		
	2004	**2005**	**2006**
0	2 d	4 b	2 c
20	4 c	10 a	3 c
40	7 b	11 a	7 b
60	13 a	14 a	13 a

B) Agua disponible en el suelo

Para situaciones de no laboreo, el manejo del período de barbecho es determinante del resultado final sobre el agua disponible al momento de la siembra del cultivo de renta. El efecto de la cobertura de rastrojo es eliminado si el agua se pierde desde del suelo por transpiración. Estas situaciones se producen cuando existe crecimiento vegetal, ya sea este un cultivo (trigo, cebada), un verdeo, una pradera o simplemente malezas. En siembras tempranas sobre rastrojos de cultivos de verano del año anterior, la recarga de agua del suelo se produce durante el invierno, por lo que el manejo de barbecho debe tender a conservar dicha agua, reduciendo la evaporación (cobertura con rastrojo) y eliminado la transpiración (control de malezas). Sobre cultivos de cobertura o verdeos de invierno, se debe contemplar además, la recarga del agua consumida por estos cultivos.

En el año 2004, a los 20 días de haber aplicado glifosato para el control de raigrás en el manejo programado para 60 días de barbecho, ya se pudo comenzar a recargar el perfil del suelo, pasando de 45 a 68 mm de agua disponible (AD) (Figura 1 A). Por el contrario, en los demás tratamientos (40, 20 y 0 días de largo barbecho programado), donde el raigrás no había sido controlado aún, sólo aumentó 5 mm, a pesar de que en este período hubo precipitaciones que llegaron a 40 mm. Esto se explica por el consumo de agua del raigrás hasta su momento de control químico según el tratamiento. El día de la siembra de soja (día a partir del 1° enero=300), los tratamientos que presentaron más AD acumulados en el total del perfil (0 a 70 cm) fueron los de 60, 40 y 20 días de barbecho (78, 68 y 62 mm respectivamente), no presentado diferencias estadísticas entre ellos. Esto se debió a que no hubo pérdidas de agua por consumo de la cobertura, permitiendo la recarga de agua por las precipitaciones ocurridas en el período de 20 días antes de la siembra (62 mm). En el caso en que se mantuvo creciendo la cobertura de raigrás hasta el día de la siembra (largo barbecho 0 días), el consumo de agua del raigrás determino una menor cantidad de AD en el total del perfil (18 mm).

Resultados similares se obtuvieron en 2006 (Figura 1C), donde las precipitaciones fueron escasas (123 mm 60 días previo a la siembra soja). La diferencia con el año 2004, es que en 2006 no se pudo mantener el suelo con la máxima AD

que podía presentar el mismo en el periodo de barbecho evaluado. En el 2006, la ocurrencia de evaporación directa desde el suelo por la mayor demanda atmosférica hizo que incluso aquel tratamiento que no tenía vegetación, fuera incapaz de mantener niveles de agua disponible de la magnitud de los años anteriores. La estrategia de aplicaciones de herbicida tempranas al raigrás resultó en una menor cobertura de residuos sobre el suelo (solo 0,46 t/ha de biomasa; Cuadro 1), permitiendo la perdida de agua por evaporación.

Por otro lado, en el año 2005 (Figura 1B), se registraron precipitaciones abundantes en el periodo de 60 días presiembra de la soja (232 mm) y no se registraron diferencias en el AD según manejo del largo del periodo de barbecho. Todas las situaciones presentaron valores muy altos de AD a la siembra de soja, no habiendo respuesta al momento de control del raigrás. El consumo de agua que tuvo el raigrás fue compensado por un mayor aporte de agua por las lluvias, acumulándose por lo tanto agua en el perfil de suelo.

C) Crecimiento de la soja

Se han observado diferencias significativas en la altura de planta de soja según el manejo del largo de barbecho (Bastos *et al.,* 2006). Estos autores concluyeron que en los barbechos cortos

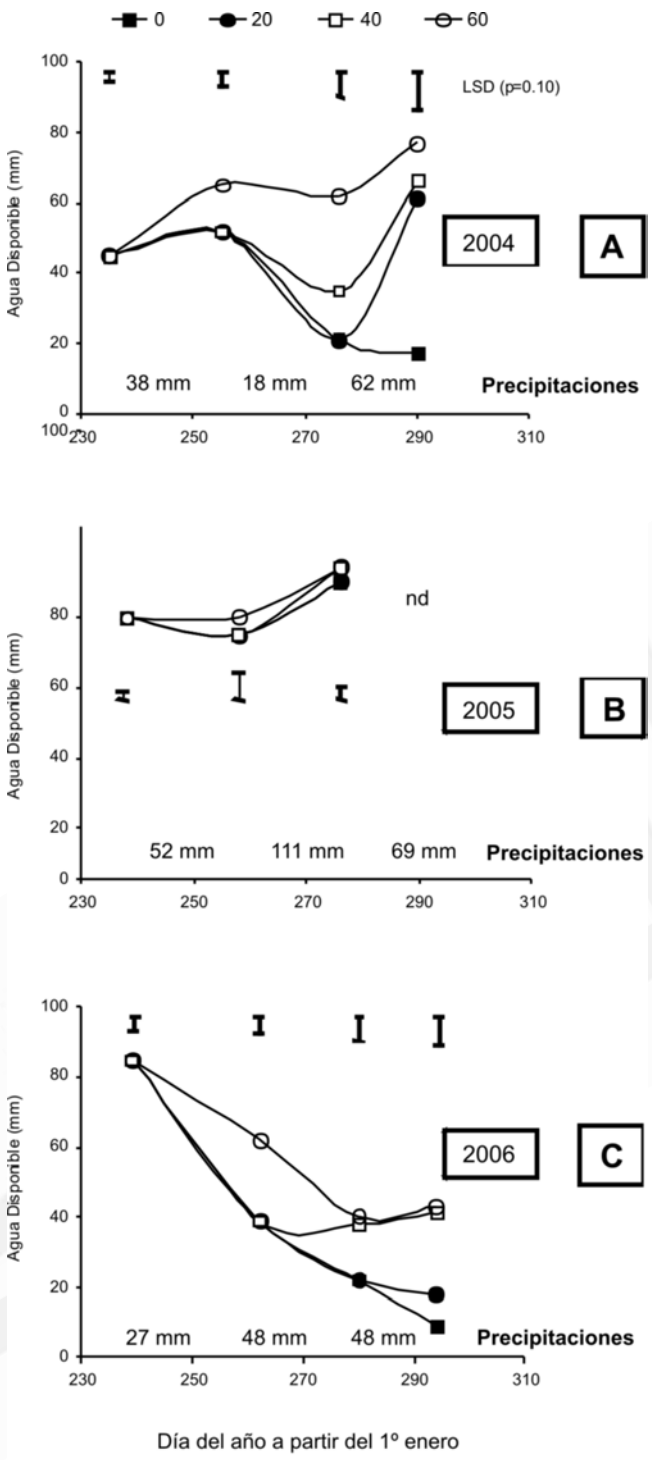

Figura 1. Evolución del agua disponible del suelo (0-70-cm profundidad) según el largo de barbecho sobre un cultivo de cobertura (raigrás) en tres años evaluados (2004-2006) en la EEMAC, Paysandú, Uruguay

(0 y 20 días) la altura de planta en los primeros estadios de crecimiento fue mayor a causa de la intercepción de luz que realizan los residuos de la cobertura (Cuadro 3). Esta interacción se observó mejor en los grupos VI y VIII, donde en promedio las plantas fueron unos 4 cm más altas en los barbechos donde había mas porcentaje de residuos en el suelo (≥90%). Estos autores indicaron que la fenología del cultivo fue diferente en los largos de barbecho de 60 y 0 días para los grupos de madurez (GM) VI y VIII, habiendo un crecimiento más rápido y un estado fenológico más avanzado. En cambio no se observaron diferencias entre los manejos de largo de barbecho entre 20 y 60 días.

Cuadro 3. Altura y fenología de la soja a los 30 días postsiembra según el largo de barbecho sobre un cultivo de cobertura (raigrás) para el año 2004 (Bastos et al., 2006).

Grado de madurez madurez	Período de barbecho (días)	Altura (cm)	Fenología
IV	0	sd	sd
	20	6.1 b	1.6 a
	40	7.8 a	1.9 a
	60	8.8 a	1.7 a
VI	0	7.4 b	1.8 a
	20	7.9 b	1.7 a
	40	11.0 a	1.8 a
	60	13.0 a	1.3 b
VIII	0	7.0 b	2.0 a
	20	8.0 b	1.9 ab
	40	12.0 a	1.9 ab
	60	12.0 a	1.7 b

D) Rendimiento de la soja

Los rendimientos fueron afectados por el régimen hídrico (Figuras 2 y 3). Las precipitaciones en general fueron muy abundantes en el 2006, llegando a un total de 910 mm desde noviembre a marzo inclusive, siendo esta un 55% superior con respecto a la media histórica de precipitaciones de Paysandú para este periodo. Por el contrario, en el año 2005, fueron un 30% inferior con respecto a la media histórica.

El largo de barbecho afectó al rendimiento de la soja sólo en el año 2004, siendo este un año promedio con respecto al régimen hídrico (Figura 2). Excluyendo el GM IV, que no tuvo el tratamiento largo de barbecho 0 días, se observaron diferencias significativas entre largo de barbecho para el año 2004, siendo el GM VI el más afectado por el manejo de la cobertura. Dentro de los largos de barbecho evaluados, la diferencia en rendimiento de la soja (GM VI y VIII) fue establecida por el periodo de barbecho 0 días contra los demás tratamientos de largo barbecho (20, 40 y 60 días) ($P \leq 0.10$).

En los otros dos años, tanto con excelentes condiciones o marcados déficit hídricos durante el ciclo del cultivo (2006 y 2005, respectivamente), el rendimiento de la soja no fue afectado por el manejo de la cobertura (raigrás) en la primavera. En el año 2005, como se mencionó anteriormente, al momento de la siembra, todos los tratamientos de largo de barbecho tenían la misma cantidad de agua disponible en el suelo. Los contenidos de $N\text{-}NO_3$ en el suelo a la siembra no parecen haber sido un factor limitante, ya que pese a las diferencias entre los tratamientos observadas a la siembra, no se observaron diferencias en el rendimiento, como sí lo hizo la deficiencia hídrica, principalmente en febrero y marzo del 2006. Para el caso del 2006-2007, donde a la siembra hubo diferencias en el contenido de agua disponible para las plantas, siendo estas a favor de los largos de barbechos medios a largos (40-60 días), las precipitaciones registradas cuando la soja estuvo en su periodo critico (febrero-marzo) fueron suficientes como para compensar los posibles efectos sobre el rendimiento de los manejos realizados en la primavera.

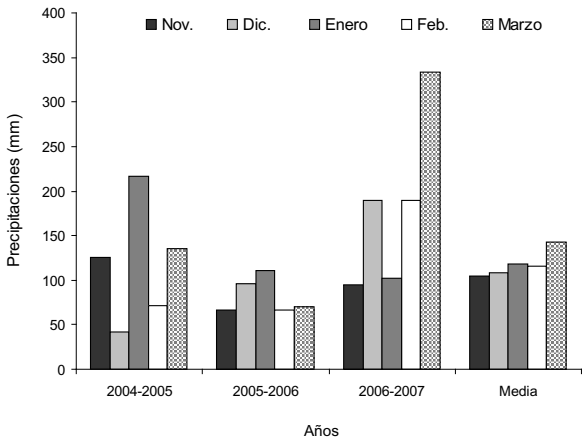

Figura 2. Precipitaciones según meses (noviembre a marzo) según año del estudio (2004-2007) y media de la localidad de Paysandú (70 años).

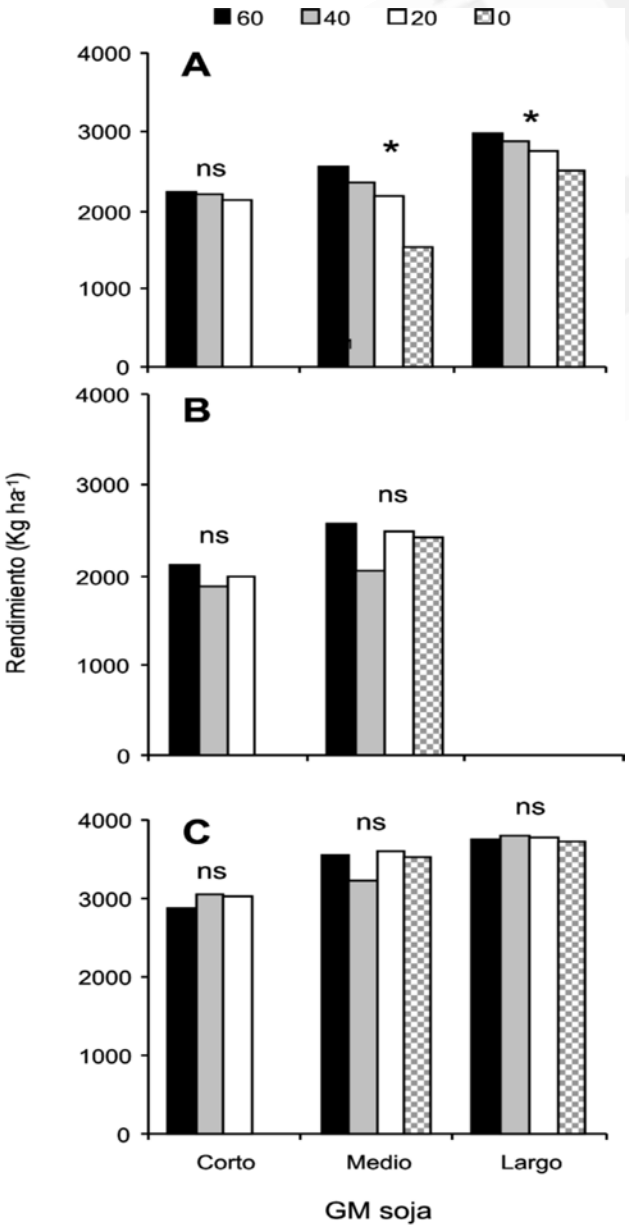

Figura 3. Rendimiento de soja según el momento de control del raigrás (largo de barbecho 60, 40, 20 y 0 días) y grupo de madurez del cultivo de soja en tres años de evaluación (2004=A, 2005=B y 2006=C) en la EEMAC.

Importancia del cultivo cobertura sobre la erosión.

La erosión es un elemento central determinante de la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuarios, ya que reduce el potencial productivo, por la propia pérdida de masa de suelo, y porque se asocia siempre a degradación de las propiedades del suelo in situ. Menor erosión significa menores externalidades, es decir menor salida de sedimentos del predio con el agua de escurrimiento, lo que reduce la sedimentación en cauces y cuerpos de agua superficiales. Finalmente, la oxidación acelerada de la materia orgánica del suelo removido por la erosión, así como del sedimento durante su transporte y deposición, incrementan en la atmósfera el CO_2, contribuyendo al efecto invernadero (Lal, 2004). Es decir, la evaluación cuantitativa de los efectos de la erosión aporta también una herramienta útil en la evaluación del impacto ambiental de la actividad agropecuaria.

Las estimaciones de suelo perdido según el manejo del periodo invernal de la secuencia soja-soja fueron realizadas considerando una situación sin cultivo en el invierno, con CC (raigrás) con una aplicación de herbicida 60 días antes de la siembra de la soja (2,0 t/ha de materia seca de raigrás) y 20 días antes de la siembra (5,0 t/ha de materia seca de raigrás). La producción de materia seca de los periodos de barbecho de la situación con raigrás como CC corresponde a la media de producción obtenida en los tres años evaluados.

En la Figura 4 se presenta la erosión media estimada para estos tres manejos utilizando la ecuación universal de perdida de suelo (RUSLE; programa Erosión 5.91) Se tomaron como variables la combinación de duración del período de barbecho y cobertura efectiva del suelo obtenida en los experimentos analizados.

En la situación soja-soja sin CC invernal se estimó una pérdida de suelo por erosión cercana a 23 t/ha/año, lo que está muy por encima de la máxima tolerancia que permite este suelo (7 t/ha). La mitad del suelo perdido se daría entre mayo y octubre, período donde es más probable encontrar el suelo con más humedad, por lo tanto el riesgo a que haya escurrimiento es mayor. Por otro lado, la situación donde hay un cultivo de co-

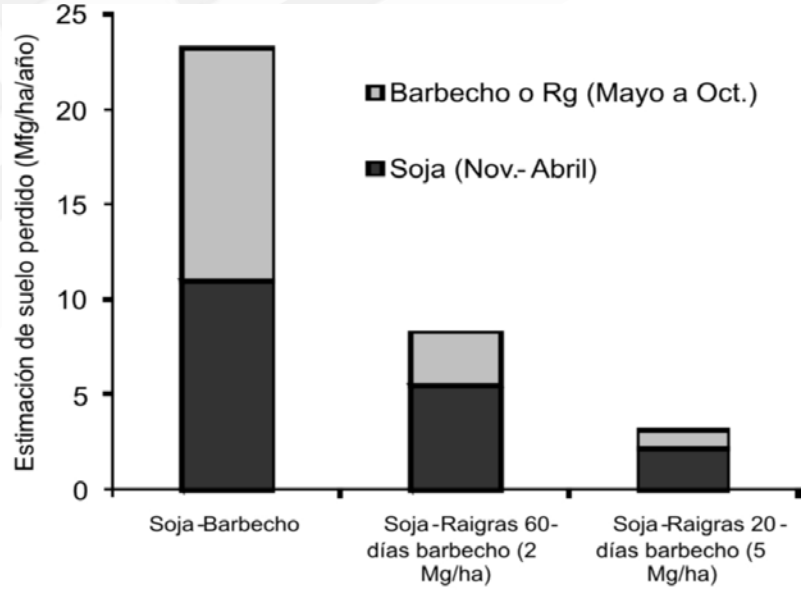

Figura 4. Estimación de suelo perdido (t/ha/año) utilizando la ecuación de la RUSLE (Erosión 5.91) para tres situaciones de manejo del barbecho para soja con raigrás como cultivo de cobertura (20 y 60 días de barbecho) y sin cultivo de cobertura en un Brunosol Eútrico Típico de la Unidad San Manuel (largo de ladera = 50 m y pendiente de 3%) para la localidad de Paysandú, Uruguay

bertura (raigrás) que se deja crecer hasta 20 días antes de sembrar la soja y podría acumular unos 5,0 t/ha de MS como biomasa área, se estimó una pérdida media anual de suelo por erosión de 4 t/ha/año. El suelo perdido entre los meses de mayo a octubre en este manejo sería de sólo 1,0 t/ha. En la situación intermedia, raigrás como CC pero con un largo de barbecho de 60 días, donde promedialmente se puede esperar una acumulación de MS de biomasa aérea de 2,0 t/ha, la situación presenta valores de pérdida de suelo por erosión superiores a la tolerancia para este tipo de suelo (8,5 contra 7,0 t/ha, respectivamente).

En resumen, para controlar la pérdida de suelo por erosión en secuencias soja-soja el único camino posible sería con un CC en el invierno con alta producción de biomasa y un período de barbecho menor a 40 días.

CONSIDERACIONES FINALES

La información obtenida durante estos tres años coincide con la obtenida por Corak, *et al.* (1991) quienes señalan como principal problema del uso de cultivos de cobertura el consumo del agua que estos realizan, ya que si no existe recarga del perfil durante el período de barbecho, el contenido de agua en el suelo podría transformarse en una limitante para el cultivo renta. Luego de estos tres años de evaluación, el control químico del raigrás, al día de la siembra de la soja, resultó consistentemente en la menor cantidad de agua disponible y nitratos en el suelo en comparación con períodos de barbechos mayores.

El control químico del cultivo de cobertura (raigrás) 20 días antes de la siembra de soja (30/10) fue el que permitió la mayor acumulación de biomasa de raigrás y una alta probabilidad de lograr adecuada humedad a la siembra sin afectar el crecimiento y rendimiento del cultivo permitiendo, además, evitar pérdidas de suelo por erosión del sistema. El principal problema del uso de cultivos de cobertura en los sistemas de producción de Uruguay es el consumo de agua que estos puedan realizar, el cual va a estar directamente relacionado a las condiciones hídricas de período de crecimiento de dicho cultivo. Estos resultados muestran que el rendimiento de la soja fue afectado principalmente por precipitaciones ocurridas en el período critico del cultivo (R2-R6, siendo febrero-marzo para los grupos VI y VIII) y no por el manejo de la cobertura, mostrando cierta independencia al agua a la siembra como ocurre para otros cultivos de verano (ej. maíz). Por lo tanto, para este cultivo no se justifica la implementación de periodos de barbecho largo, asociados a baja cobertura del suelo para aumentar la oportunidad de lograr llegar a la siembra con el máximo de agua disponible almacenada que permite el suelo elegido. En el caso de tener una situación de suelo desnudo, la alternativa sería sembrar un CC de raigrás y manejarlo de manera de lograr una alta producción de biomasa antes de la aplicación del herbicida total. Es decir, generar mayor entrada de carbono y proteger el recurso suelo del impacto de la gota del agua de lluvia y, por consiguiente, reducir el efecto negativo del escurrimiento superficial. Para el caso de la soja, la información generada en estos tres años demuestra que es posible lograr este objetivo sin detrimento del rendimiento del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a los estudiantes en tesis Ing. Agrs. Juan Ingold, Marcelo Bastos y Daniel Feller y a los Bachs. Rocío Fernández y Carolina Rocha, y a todo el personal de la EEMAC de la Facultad de Agronomía.

BIBLIOGRAFÍA

BASTOS, M.; FELLER, D.; INGOLD, J. 2006. Efectos del cultivo de cobertura y grupo de madurez en el contenido de agua del suelo y rendimiento de soja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 90 p.

CAMPBELL, C. A.; BIEDERBECK, V. O.; ZENTNER, R. P.; LAFOND, G. P. 1991. Effect of crop rotation and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in a thin Black Chernozem. Canadian Journal Soil Science 71:363-376.

CAMPBELL, C. A.; ZENTNER, R. P. 1993. Soil organic matter as influenced by crop rotations and fertilization. Soil Science Society American Journal 57:1034.

CLÉRICI, C.; BAETHGEN, W.; GARCÍA PRÉCHAC, F.; HILL, M. 2004. El cultivo de soja y la conservación del suelo. Cangüé 26: 20-22.

CORAK, S. J.; FRYE, W. W. y SMITH, M. S. 1991. Legume and nitrogen fertilizer effects on soil water and corn production. Soil Sci. Soc. of Am. J. 55: 1395-1400.
ERNST, O.; MARCHESI, E.; MARCHESI, A. 2004. Manejo de berbecho para cultivos de verano de primera sembrados sin laboreo. Cangüe 26: 44-48.
LAL, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma 123:1-22.
MONTOYA, J.C,; GILI, A,; BABINEC, F.J. 2005. Barbechos químicos: eficacia en el control de malezas y acumulación de agua en el perfil edáfico. Presentado al 3 er Congreso de Girasol. Buenos Aires 31 de mayo y 1 de junio de 2005.
PAUSTIAN, K.; COLLINS, H. P.; PAUL, E. A. 1997. Management controls on soil carbon In: Paul, E. A.; Paustian, K.; Elliot, E. T. Cole, V. V. (Eds). Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems: Long-Term Experiments in North America. CRC Press, Boca Raton. FL, USA. pp 15-49.
RUFFO, M. y PARSONS, A. 2003. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. INPOFOS.Informes Agronómicos. 21 pp 13-20.
RANELLS, N. N. and WAGGER, M. G. 1996. Nitrogen release from grass and legume cover crop monocultures and bi cultures. Agron. 88:777-782.
RONCONI, A. P.; SILVESTRE; P. S.; SALUZZIO, M. F. y De BATTISTA, J. J. 2008. Efectos de cultivos de cobertura con distinta duración de barbecho químico. Actas XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Potrero de los Funes. San Luis Suelo.
WESTGATE, L. R.; SINGER, J. W. and KOHLER, K. A. 2005. Method and timing of rye control affects soybean development and resource utilization. Agron. J. 97:806–816.

ir a sumario