

Ing. Agr. Álvarez, C. ¹; Scianca, C. ¹; Barraco, M. ¹; Díaz-Zorita, M. ²

¹ INTA EEA Gral. Villegas (CC 153), Drabble (Buenos Aires).

² FAUBA, Nitragin Argentina SA.

calvarez@correo.inta.gov.ar

Palabras Claves: triticale, agua útil, nitratos

INTRODUCCIÓN

Durante el período 1990-2006 la superficie sembrada de soja en la Argentina pasó de 5.5 a 14 millones de has. También resulta importante destacar la relación entre soja, maíz y girasol. Para el mismo período la relación Girasol/Soja pasó de 1 a 0.14 mientras que la relación Soja/Maíz pasó de 1.5 a 4 (Fuente SAGPyA).

Teniendo en cuenta el bajo volumen de rastrojos generado en las rotaciones donde la soja es sembrada en monocultivo o donde es el cultivo predominante en la rotación, y la consecuente reducción del contenido de carbono y degradación del suelo, sería conveniente incrementar el volumen de aportes de residuos de cosecha. Varias gramíneas de invierno tales como centeno (*Secale cereale*), avena (*Avena sativa*) o raigrás anual (*Lolium multiflorum*) son utilizadas como cultivos de cobertura (CC) logrando una alta acumulación de biomasa aprovechando su crecimiento

entre cultivos consecutivos de soja. Según Rufo (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 aporte de carbono y, (b) ajustarse zonalmente a las precipitaciones de cada región para asegurar la recarga del perfil con las lluvias de primavera.

Sin embargo no es sencillo lograr altos niveles de cobertura a la siembra, dependiendo del cultivo antecesor, del tratamiento del rastrojo y del sistema de labranza. Los CC aumentan la cobertura del suelo, reducen la erosión, incrementan la infiltración del agua, aumentan la disponibilidad de nitrógeno y simplifican el control de malezas, entre otros efectos (Ruffo, 2003; Teasdale, Mohler, 1993).

Por lo expuesto los CC pueden contribuir de manera significativa en el balance de C (Wander y Traina 1996, Ding et al, 2005) ya que los contenidos de Materia Orgánica (MO) están positivamente relacionados con la productividad de los cultivos, aún bajo prácticas de cero labranza (Díaz-Zorita et al. 2002, Nyakatawaa et al. 2001).

Los aportes de C de cultivos de soja serían insuficientes para lograr balances positivos en MO y adecuada cobertura de los suelos que provean condiciones favorables para la producción. Además por presentar rastrojos con C:N baja (alto N) las tasas de descomposición de la cobertura de rastrojos se incrementa.

La intercalación de cultivos invernales en el noroeste bonaerense podría ser una alternativa a evaluar para proveer de residuos ricos en



Cuadro 1. Precipitaciones y probabilidades de precipitaciones (prob precip) para los distintos periodos de producción en la EEA Gral Villegas. AS= Abril- Setiembre, OM=Octubre- Marzo, O-D= Octubre-Diciembre, D-M= Diciembre- Marzo, A-O= Abril- Octubre

Precip. histórica (mm)	Prob precip. A - S (300 mm)	Prob precip. O - M (400 mm)	Prob precip. O - D (200 mm)	Prob. precip D - M (200 mm)	Campaña		
					2003 precip A - O (mm)	2004 precip A - O (mm)	2005 precip A - O (mm)
922	20.0	93.0	88.5	99.8	95	377	216

carbono y promover al desarrollo y al mantenimiento de la cobertura de los suelos. Pero, se reconoce que el consumo hídrico de estos durante el invierno podría interferir en la normal oferta de agua para el cultivo siguiente (Duarte, 2002). Además, se desconocen en suelos del noroeste bonaerense sus efectos de corto y largo plazo sobre la producción de cultivos según diferentes estrategias de manejo dando lugar a diferentes duraciones de barbechos y calidad de los residuos provistos. El objetivo de este trabajo es determinar los efectos que tiene la inclusión de CC de cereales sobre algunas propiedades edáficas y la productividad de cultivos de soja en Hapludoles del oeste bonaerense según diferentes momentos de secado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Campo Experimental EEA General Villegas, sobre un suelo Hapludol Típico (Alfieri et al. 1991). Durante las campañas 2003-2006, en el mes de abril se establecieron los cultivos de Triticale (*Triticum aestivum* x *Secale cereale* cv. Tehuelche) sobre el que se efectuaron tres tratamientos de secado del forraje: (a) en pleno macollaje (agosto), (b) al inicio de encañazón (septiembre) y (c) en madurez fisiológica coincidente con el momento de la siembra de soja (mediados de noviembre), los que se contrastaron con una parcela testigo (sin cultivo de triticale).

Los CC son secados, según los diferentes tratamientos evaluados, con glifosato a razón de 2.5 l ha⁻¹. El cultivo de soja (var Don Mario 4800) se sembró bajo prácticas de cero labranza (control químico de malezas) empleando semillas inoculadas pero sin el agregado de fertilizantes, a una densidad de 22 semillas m⁻¹ lineal y a un distanciamiento entre hileras de 0,52 m.

El día de la siembra se estimó el contenido de agua de cada

Cuadro 2. Efectos del manejo de cultivos de triticale antecesores de soja en un Hapludol del noroeste bonaerense sobre el contenido de agua disponible a la siembra de la soja en tres años de evaluación. Diferentes letras en sentido vertical muestran diferencias significativas entre tratamientos (LSD, p<0,05).

Tratamiento	AGUA ÚTIL (mm) A LA SIEMBRA SOJA		
	2003	2004	2005
Macollaje	217 a	186 a	149 a
Encañazón	224 a	202 a	95 b
Mad. Fisiológica	175 b	159 b	54 c
Testigo	226 a	177 a	145 a

Cuadro 3. Efectos del manejo de cultivos de triticale antecesores de soja en un Hapludol del noroeste bonaerense sobre el contenido de N-NO³⁻ a la siembra del cultivo de soja en tres años de evaluación. Diferentes letras en sentido vertical muestran diferencias significativas entre tratamientos (LSD, p<0,05). SD sin dato

Tratamiento	N-NO ³⁻ (kg ha ⁻¹) A LA SIEMBRA SOJA		
	2003	2004	2005
Macollaje	58 a	81 a	105 a
Encañazon	42 a	76 a	62 b
Mad. Fisiológica	16 b	17 b	16 c
Testigo	SD	72 a	139 a

tratamiento en capas de 20 cm hasta los 200 cm de profundidad (método gravimétrico) y el contenido de N-NO³⁻ en capas de 20 cm hasta los 60 cm de profundidad. Además se evaluó la cantidad de rastrojo aportado por los CC a la siembra del cultivo de soja y la productividad del cultivo de soja (número de grano m⁻² y peso individual de granos).

Los tratamientos fueron dispuestos en un diseño en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones y parcelas de 70 m² (7 m de frente x 10 m de longitud). Los registros diarios de precipitaciones fueron recolectados en la Estación Agrometeorológica de la EEA INTA Gral. Villegas distante 1500 m del sitio en estudio (Cuadro 1). En el análisis de resultados se emplearon metodologías de análisis de la varianza, pruebas de comparación de medias de LSD protegidos y análisis de regresión (Analytical Software, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos de agua útil hasta los 200 cm. de profundidad en el momento de la siembra de soja variaron entre años y entre tratamientos, observándose una mayor oferta de agua en los tratamientos secados con anterioridad al momento de la siembra (Cuadro 22). Las diferencias en la cantidad de agua acumulada entre tratamientos serían parcialmente explicadas por diferencias en el consumo de agua por el cultivo de cobertura junto con la ocurrencia de lluvias insuficientes hasta esta evaluación.

Los contenidos de N-NO³⁻ en el momento de la siembra variaron entre años y tratamientos siguiendo la misma tendencia en cada año evaluado, mostrando una mayor acumulación en el tratamiento con mayor duración

del barbecho (Cuadro 3).

En el momento de la siembra de los cultivos de soja se observó que los aportes superficiales de rastrojos de triticale variaron entre momentos de secado, mostrando una mayor acumulación en los tratamientos con secado de rastrojos en estadios reproductivos (Cuadro 4).⁴ No obstante, estos aportes resultaron diferentes entre campañas, debido a las diferentes precipitaciones registradas durante el desarrollo del cultivo.

La producción de soja varió entre 2380 y 3860 kg ha⁻¹ (Cuadro 5). De acuerdo a estos resultados la inclusión de CC no afectó la producción del cultivo de soja, aportando además importantes niveles de rastrojo al suelo en los tratamientos con secado postergado (encañazon) y madurez fisiológica (Cuadro 4 4).

Para las condiciones hídricas de las tres campañas en estudio, la oferta de agua útil fue modificada por diferencias en la duración del barbecho según momentos de secado del cultivo de cobertura, detectadas solamente en el momento de la siembra de soja. Por esto podemos decir que la mayor oferta hídrica corresponde a los tratamientos de secado en macollaje, espigazón y testigo. Sin embargo, el rendimiento en grano no mostró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en las tres campañas evaluadas (Cuadro 5).

Este estudio de larga duración pretende contribuir al conocimiento de los aportes acumulados de cultivos de cereales invernales sobre el manejo del balance de carbono en suelos don-



de esta propiedad edáfica es insustituible para el logro de cultivos de alta producción. Suponemos que al producir y mantener rastrojos con alta relación C:N (cereales) se logrará mejorar el manejo de la disponibilidad de agua del cultivo, además de favorecer el sistema radical, fundamentalmente, el desarrollo de sistemas estructurales capaces de una mejor captación y provisión de agua.

Cuadro 4. Efectos del manejo de cultivos de triticale antecesores de soja en un Hapludol del noroeste bonaerense sobre la cantidad de rastrojo a la siembra de la soja en tres años de evaluación. Diferentes letras en sentido vertical muestran diferencias significativas entre tratamientos (LSD, p<0,05).

Tratamiento	CANTIDAD DE RASTROJO (kg ha ⁻¹)		
	2003	2004	2005
Macollaje	4753 c	2773 b	2012 c
Encañazon	7300 b	3762 b	3643 b
Mad. Fisiológica	11300 a	9073 a	8832 a
Testigo	917 b	2849 b	1998 c

Cuadro 5. Efectos del manejo de cultivos de triticale antecesores de soja en un Hapludol del noroeste bonaerense sobre el rendimiento de soja en tres campañas de evaluación. Diferentes letras en sentido vertical muestran diferencias significativas entre tratamientos (LSD, p<0,05).

Tratamiento	RENDIMIENTO DE SOJA (kg ha ⁻¹)		
	2003	2004	2005
Macollaje	2380 a	3110 a	3550 a
Encañazon	2460 a	3700 a	3642 a
Mad. Fisiológica	2530 a	3160 a	3591 a
Testigo	2560 a	3400 a	3860 a

BIBLIOGRAFÍA

- „ Alfieri A.E., J.C Viale., R.E Sobral. 1991. Carta de suelos del campo experimental de la EEA General Villegas. INTA CIRN, 90 pág.
- Analytical Software. 2000. Statistix7. User's manual. Analytical Software, Tallahassee, FL. USA. 359 pp.
- „ Díaz-Zorita M., G.A. Duarte y J.H. Grove. 2002. A review of no-till systems and soil management for sustainable crop production in the subhumid and semiarid Pampas of Argentina. Soil Till. Research 65, 1-18.
- „ Ding G., Liu X., Herbert S., Novak J., Dula A., Xing B. 2005. Effect of cover crop management on soil organic matter. Geoderma. Article in Press.
- „ Duarte G., Sistemas de Producción de girasol en la región húmeda argentina. 2002. In Manual práctico para el cultivo de girasol. Editores Díaz-Zorita M. y Duarte G., 2002. 313 pp.
- „ Nyakatawa, E.Z., Reddy, K.C, Sistani K.R. 2001. Tillage, cover cropping, and poultry litter effects on selected soil chemical properties. Soil. Till. Res. 58: 69-79.
- „ Ormeño O., y A. Quiroga. 2001. Boletín de divulgación técnica N° 72. EEA Anguil. 29 pp.
- „ Ruffo M. L. 2003. Actas XI Congreso de AAPRESID. Tomo I, pg. 171-176.
- „ Teasdale J.R. and C.L. Mohler. 1993. Light transmittance, soil temperature and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. Agronomy journal 85(3),673-680.
- „ Wander, M.M., Traina, S.J., 1996. Organic fractions from organically and conventionally managed soils: I. Carbon and nitrogen distribution. Soil Sci. Soc. Am. J. 60: 1081-1087.