

M. T. Sobrero, S. Chaila, M. V. Parra, D. Trejo y W. Feil.

## Empleo de coberturas para el control de malezas en el cultivo de algodón

### INTRODUCCIÓN

En algodón sembrado en surcos estrechos el manejo de malezas es fundamental, para reducir las pérdidas de rendimiento, aumentar la eficiencia en la cosecha y la calidad de la fibra. Existen otras alternativas de manejo de malezas: empleo de cultivos de cobertura, coberturas orgánicas, rotaciones, modificación del diseño de siembra, manejo nutricional del cultivo, etc. (Acciaresi y Sarandón, 2002). Ellas son importantes para mantener el calor del suelo, prevenir la erosión, incrementar la fertilidad y controlar malezas, patógenos e insectos (Baldwin y Creamer, 2006). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diversas coberturas (mulch) como viruta de madera, cartón, guano y rastrojo de trigo-maleza sobre el control de malezas en el cultivo de algodón sembrado a 0,75 m de distancia.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló durante la campaña 2006-2007, en el Campo Experimental de la EEA Santiago del Estero-INTA (28° 03'LS; 64° 15' LW; 169 m.s.n.m.) ubicado en la localidad de Arraga, Dpto. Silípica, Santiago del Estero, Argentina. El cultivar empleado fue Guazuncho 3 y la siembra se realizó el 12 de noviembre de 2006 con surcos distanciados a 0,75 m. El diseño fue en bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones con un tamaño de parcela 15 m<sup>2</sup>. Los tratamientos fueron: coberturas con: cartón, rastrojo de trigo, hojas y tallos secos de *Sorghum halepense*, guano vacuno, viruta de madera, testigo limpio y testigo sucio. Los tratamientos se efectuaron cuando el cultivo tuvo dos hojas verdaderas y

comenzó el flujo de emergencia de malezas. Las evaluaciones que se realizaron fueron: malezas presentes, biomasa de malezas, pH y CE; monitoreo a cosecha; determinación de rendimiento. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y prueba de diferencias de medias mediante el test de Tukey.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las malezas presentes y su biomasa, registrada al finalizar el ensayo, por tratamiento se indican en la Tabla 1. Se pudo confirmar que con el empleo de coberturas se logra un efectivo control de malezas. Las coberturas obstaculizan la germinación y emergencia de malezas por disminución de la luz solar, al efecto sofocante y a las características químicas de la cobertura (Foshee et al., 1996 y Ortiz Rivera, 2004). Comparando las coberturas evaluadas, la cantidad de malezas desarrollada fue mayor al emplear rastrojo de trigo - maleza y guano. En la Tabla 2 se muestra la influencia de los diferentes tratamientos de control de malezas sobre la altura del cultivo, número total de nudos sobre el tallo principal, número de nudo de primer y último capullo, número de capullos en primera, segunda y tercera posición y rendimiento. Comparando los diferentes tratamientos con el TL se registró disminución del rendimiento del 1,17% para cartón; 7,18% para viruta, 14,40% rastrojo trigo-maleza, 27,48% guano y el 91% para testigo sucio. En cuanto al pH de los distintos tratamientos (Tabla 3) se encontró una leve tendencia a disminuir de diciembre a mayo excepto en viruta donde se mantienen los valores; en los tratamientos guano y testigo sucio la tendencia a disminuir fue mayor. Con respecto a

Tratamiento	Malezas	Biomasa (g/m <sup>2</sup> )
Cartón	AMAQU, CHEAL, CYPRO, FLAVI, GRAMINEAS, IPONI, POROL, TRIPO	1,5
Trigo - Maleza	AMAQU, CYPRO, GRAMINEAS, IPONI, POROL, SORHA, TRIGO, TRIPO	38
Guano	AMAQU, CHEAL, CYPRO, FLAVI, GRAMINEAS, IPONI, POROL, SORHA, TRIPO	27
Viruta	AMAQU, CYPRO, FLAVI, IPONI, POROL, TRIPO	13,12
Testigo sucio	AMAQU, CHEAL, CYPRO, FLAVI, GRAMINEAS, POROL, SORHA, TRIPO	281

**Tabla 1:** Composición florística y biomasa de malezas para los diferentes tratamientos.

Ref. AMAQU: *Amaranthus quitensis*; CHEAL: *Chenopodium album*; CYPRO: *Cyperus rotundus*; FLAVI: *Flaveria bidentis*; IPONI: *Ipomoea nil*; POROL: *Portulaca oleracea*; TRIPO: *Trianthema portulacastrum*; SORHA: *Sorghum halepense*.

**Tabla 2.** Desarrollo final del cultivo y rendimiento.

	Cartón	Trigo-Maleza	Guano	Viruta	T.Limpio	T. sucio
Altura (cm)	96,95 b	102,3 b	101,3 b	97,25 b	96,47 b	71,25 a
Nº total nudos	20,57 b	19,82 b	20,87 b	19,85 b	21,12 b	14,9 a
Nº nudo 1 <sup>er</sup> capullo	7,25 a	6,97 a	7,25 a	7,27 a	7,2 a	9,15 b
Nº nudo último capullo	14,65 b	13,17 ab	13,35 ab	15,32 b	15,4 b	10,3 a
Nº cápsulas 1 <sup>ra</sup> posición	5,025 b	5,025 b	4,575 b	4,875 b	4,5 b	1,45 a
Nº cápsulas 2 <sup>da</sup> posición	1,175 ab	1,45 b	1,2 ab	1,875 b	1,575 b	0,1 a
Nº cápsulas 3 <sup>a</sup> posición	0,0325 a	0 a	0,225 a	0,65 a	0,6 a	0,05 a
Rendimiento (kg)**	2,533 b	2,194 b	1,859 b	2,379 a	2,563 b	0,231 a

\* Letras distintas difieren significativamente para Tukey,  $\alpha = 0,05$ ; \*\* Rendimiento en 4,5 m<sup>2</sup>

**Tabla 3:** Conductividad eléctrica y pH registrado a los 50 días de iniciado el ensayo y al final del mismo para los diferentes tratamientos de cobertura.

Tratamiento	CE		pH	
	Dic	Mayo	Dic	Mayo
Cartón	0,16	0,11	7,58	7,33
Rastrojo	0,16	0,17	7,58	7,14
Guano	0,45	0,17	7,88	7,55
Viruta	0,11	0,12	7,2	7,2
TL	0,14	0,14	7,44	7,39
TS	0,16	0,11	7,91	7,25

la CE no se encontraron cambios notables excepto en el tratamiento guano donde hay una disminución de la conductividad. Las coberturas empleadas lograron un efectivo control en la emergencia de malezas sobre el cultivo, principalmente las de ciclo anual (excepto IPONI), no así las perennes (CYPRO, SORHA). La reducción de malezas varió entre el 86 y 99%.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acciaresi HA y SJ Sarandon. 2002. Manejo de malezas en una agricultura sustentable. 331-362 pp. En: Agroecología, El camino hacia una agricultura sustentable. S.J. Sarandón (ed). Ediciones científicas americanas. 557 pp.
- Baldwin KR y NG Creamer. 2008. Cover crops for organic farms. North Carolina Cooperative. Extensive Service. Agricultura y Life Sciences. www.cefs.ncsu.edu.
- Foshee W, Goff E y K Tilit. 1996. Organic mulches increase growth of young pecan trees. Hortscience 31(5): 811-812.
- Ortiz Rivera, BA. 2004. Efecto de cubiertas inertes sobre el control de malezas y crecimiento vegetativo del cerezo dulce (*Prunus avium* L.) bajo la modalidad de producción orgánica en el secano interior de la comuna de Lumaco IX región de La Araucaria. Tesis Fac. Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco. Chile. 141 pp.

## Abonos verdes para el cultivo del algodón en el suroeste de la provincia de Chaco

*Esta contribución, tendrá su real valor, cuando se analice dentro de 40 años y se pueda considerar en el período transcurrido los cambios que el actual sistema de producción algodonero genera, como así también, hacia donde se orienta el nuevo equilibrio natural, considerando el actual escenario de Cambio Climático.*

*El autor*

### EL AMBIENTE

La provincia de Chaco presenta excelentes condiciones ambientales para la producción de cultivos en forma extensiva, considerando sus planicies loessicas de acumulación con pendientes que no superan de Oeste a Este el 4%, y una altura sobre el nivel del mar de 100 a 150 m., lo que brinda días calmos con altos períodos de insolación, producto de la ubicación de centros de alta presión en el invierno y precipitaciones predominantemente en primavera-verano que varían de los 1300 mm año<sup>-1</sup> en la zona Oriental a 850 mm. año en la parte Occidental.

Es posible observar los Grandes Grupos de suelos en la provincia de Chaco que se detallan en la Figura 2.

En la Figura 3 es posible apreciar la oferta y demanda del ambiente en cuanto a precipitaciones, radiación, ETP, temperatura del suelo a 10 cm. y período libre de heladas. (Cáceres Díaz et al., 2010)

Por otra parte, es posible analizar los cambios en el régimen de precipitaciones que también influyeron en el avance de la frontera agrícola en la región en esta última década y que están asociados a una mejor oferta de lluvias, pasando de 820 mm año<sup>-1</sup> en el período de 1938/1972 de 885.4 mm año<sup>-1</sup> a 1018.3 mm año<sup>-1</sup> en el período de 1973/2007 de acuerdo a la Tabla 1.

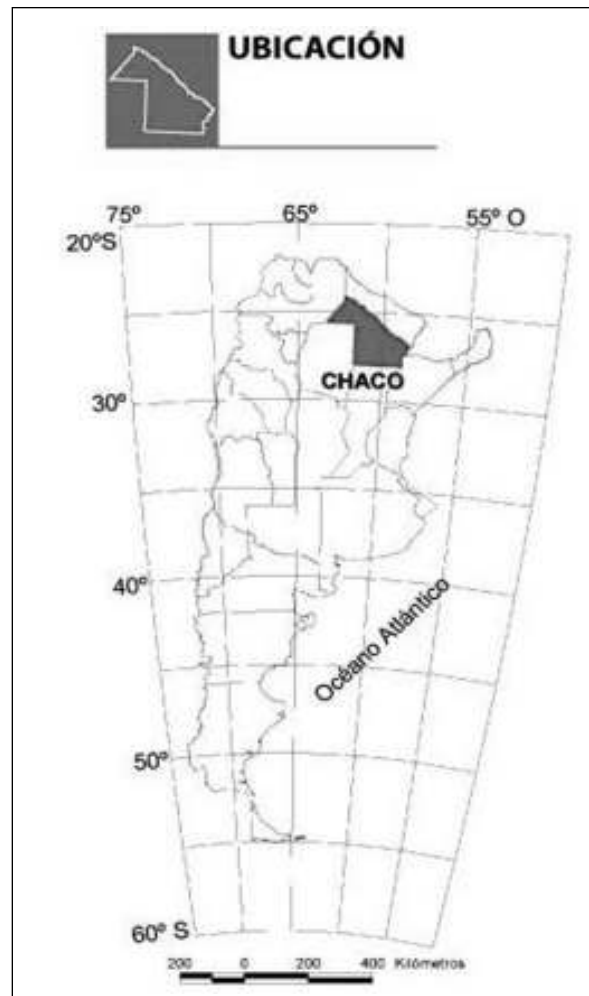
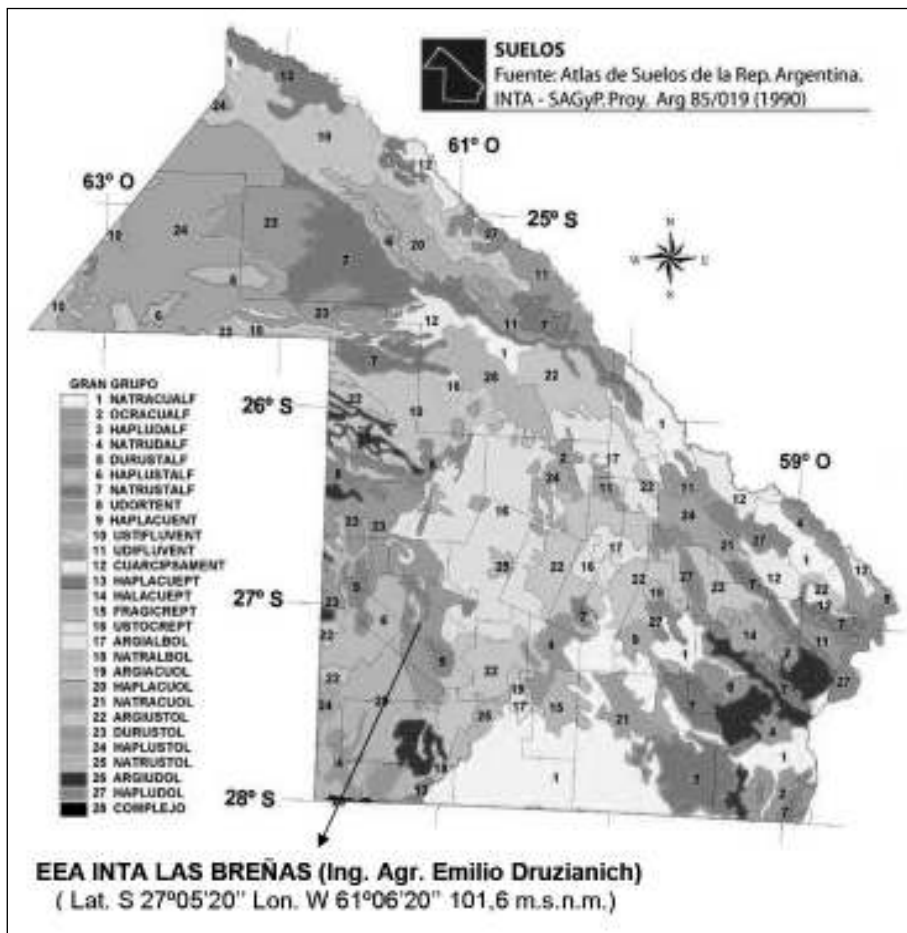
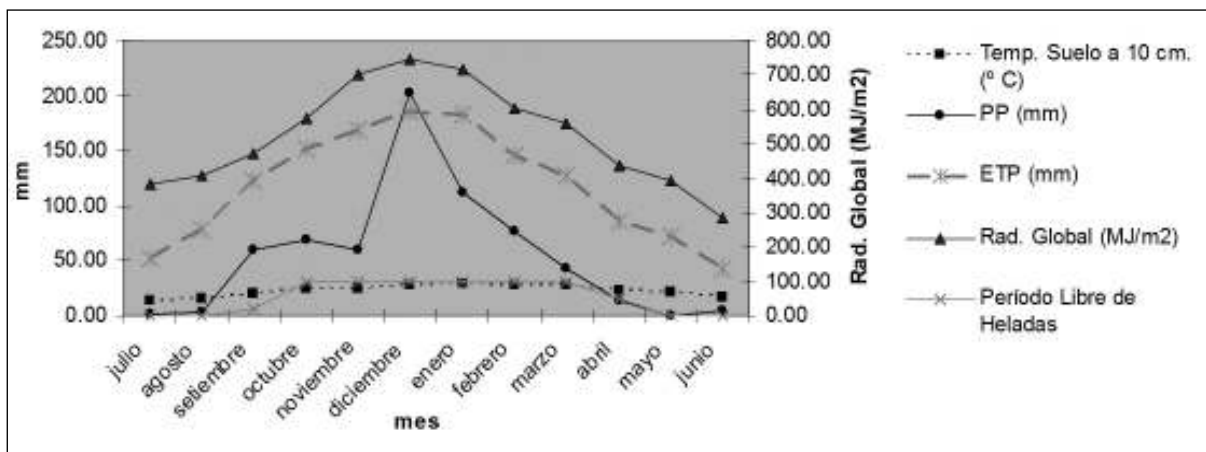


Figura 1: Ubicación de la provincia de Chaco.



**Figura 2:** Grandes grupos de Suelos de la provincial de Chaco y ubicación de la EEA INTA Las Breñas.



**Figura 3:** Oferta y Demanda del ambiente en el Suroeste de la provincia de Chaco. Elaboración propia según datos Estación Agrometeorológica EEA Las Breñas.

Actualmente, la precipitación media anual considerando 70 años de registro es de 951.1 mm año<sup>-1</sup> (Cáceres Díaz et al., 2008).

Así también, las precipitaciones medias anuales entre los dos ciclos considerados aumentaron 132.9 mm de acuerdo a lo que se refleja en la

Tabla 1. El 74% de las precipitaciones ocurren en primavera-verano (Cáceres Díaz et al., 2008)

En relación a los suelos, es importante destacar la fragilidad de los mismos, considerando dos aspectos fundamentales, su incipiente desarrollo de perfil y las variables condiciones climáticas

**Tabla 1:** Precipitación media anual en función de 35 años para su estimación.

Años para estimar la PP media	1938/1972	1973/2007
PP media anual normal	885.4	1018.3
Incremento total de PP entre ciclos	132.9	

que ocurren en la región provocando años de excesos y déficits hídricos marcados que se traducen en excesiva presión de uso sobre los suelos ubicándolos al límite de uso agrícola llegando en algunos casos a producir dos cultivos al año con escasos rendimientos y un pronto agotamiento y degradación de los mismos.

Se encuentran presentes los siguientes Ordenes de Suelos: ALFISOL; MOLISOL; ENTISOL e INCEPTISOL, de acuerdo a la Taxonomía de Suelos, Manual de agricultura N° 436, actualizado en 1992, del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos. Así también es posible observar la presencia de suelos claros, no agrícolas, nátricos; en otros casos, mullidos, oscuros, de estructura migajosa y también suelos jóvenes, con escasa materia orgánica, suelos jóvenes, incipientes, poco desarrollados y débil expresión de horizontes, oscuros y con presencia del horizonte C a los 1.4 m. de profundidad.

La provincia de Chaco tiene descripta sus suelos a escala 1:50000 con una descripción a nivel de Serie, por lo que no se abundará en estos aspectos que pueden ser consultados en las Cartas de Suelos de Referencia. Así también, se han descriptos los suelos en función de su Capacidad de Uso (aptitud de los suelos para producir cultivos, se agrupan por sus limitantes y riesgos de daño al ser puestos en producción agrícola, ganadero y forestal) Ledesma y Zurita, (1994).

Para referirnos a las limitantes debemos considerar la Capacidad de Uso de los suelos, destacando que en los de Clase II, es posible hacer agricultura con ligeras limitaciones y prácticas de rotaciones que incluyan una fase de 5 años con cultivos de hoja ancha y gramíneas en la rotación.

Los suelos de Capacidad de Uso III presentan limitaciones moderados y prácticas de rotación de cultivos con fases de 4 años en donde se incluyan solo dos cultivos de escarda (algodón, gira-

sol, maíz, sorgo granífero) una gramínea como sorgo forrajero y una moha como cultivo forrajero, Ledesma y Zurita, (1994).

Los suelos Clase IV presentan agricultura con limitaciones o riesgo severos, principalmente erosión, sales en superficie, anegabilidad y una fase de 3 cultivos: escarda como algodón, compacto como sorgo granífero y forrajero como el trigo, melilotus y cebada entre otros, cuando las condiciones de humedad del perfil lo permitan, Ledesma y Zurita, (1994).

Los suelos Clase V no son aptos para agricultura, siendo recomendado el uso ganadero con siembra de pasturas introducidas.

Los suelos Clase VI presentan limitaciones moderadas para pasturas permanentes y ligeras limitaciones para forestales, Ledesma y Zurita, (1994).

## ACERCA DEL ENSAYO

El ensayo se ubica en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Las Breñas, ubicada a los 27° 04' 25" Sur y 61° 02' 30" Oeste y a los 101,6 metros sobre el nivel del mar.

Se preparó la cama de siembra con labranza convencional en cada parcela, utilizando rastra rome en todo el cuadro para incorporar el rastreo de algodón, arado de discos y arado de cincel en donde corresponda según fecha de labranza (temprana o tardía).

Se sembraron trece parcelas con tres repeticiones de 52 m de largo por 12 m. de ancho cada una, en un lote destinado a Ensayo de Larga Duración (ELD) que se inició en el año 1967 en la Estación Experimental Agropecuaria EEA INTA Las Breñas, Chaco, Argentina, siendo el segundo Ensayo mas antiguo de América, en un suelo de la Asociación entre las Series Tizón y Tanigó (Ledesma et al, 1994). La unidad de muestreo para determinar rendimiento de algodón (*Gossypium hirsutum* L.), fue toda la parcela, cosechando el algodón a mano en dos pasadas. La parcela testigo tuvo algodón en forma continua con arado de discos en forma tardía.

Los cultivos antecesores utilizados como abonos verdes fueron sorgo granífero, moha (*Setaria italica*) y soja (*Glycine max*). Recordemos, que hace 40 años la soja no es lo que hoy en día, anteriormente a la aparición de la soja se utilizaba

otra leguminosa llamada caupí (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.)

El algodón utilizado fue convencional var. Guazuncho 3 sembrado a 1 m. entre surcos, con fechas de siembra que varían entre el 9 de noviembre, 7 de noviembre y 25 de octubre de 2005, 2006 y 2007 respectivamente.

Las prácticas de cuidado del cultivo fueron las recomendadas por INTA para el algodón convencional con aplicación de herbicidas, cultivador por presencia de cebollín al ser suelos inundables y control de plagas con insecticidas varios.

A cosecha, se determinó rendimiento en bruto total de algodón cosechado.

El tipo de suelo del Ensayo está definido por los siguiente parámetros: Tizón: Clasificación Taxonómica: Haplustol óxico; Material originario: Loess; Suelos con débil desarrollo de horizontes genéticos, caracterizados por un incipiente B formado por meteorización in situ.

Tanigó: Clasificación Taxonómica: Argiacuol vértico; Material originario: Arcillas lacustres; Suelos con perfiles fuertemente desarrollados de tipo A-B-C, con cierta evidencia de formación de un A 2 por encima del B textural. Estos suelos se caracterizan por un perfil con un A 1, A 2 incipiente, B 2 fuertemente textural y C. Pueden haber signos de saturación temporaria con agua en el A 2 y en el B.

Así también, en junio de 2008 se tomó en el centro de la parcela tres submuestras para lograr una muestra compuesta de suelo por parcela a una profundidad de muestreo de 10 cm., enviando a laboratorio de INTA Sgo. del Estero para las determinaciones de pH en extracto de saturación,

Conductividad Eléctrica, (dS m<sup>-1</sup>) en extracto de saturación, fósforo extractable, (ppm), Bray Kurtz 1 y materia orgánica total, (MOT%) según Walkley Black.

Se realizó Análisis de Varianza y Test de Fisher para identificar diferencias significativas entre tratamientos, utilizando el software estadístico INFOGEN P 2009.

## RESULTADOS

Se presenta el error estandar de los rendimientos de algodón. Es posible apreciar en la Figura 4 para un 95% de confianza en los resultados que los mismos son muy uniformes en todos los tratamientos.

Así también, es posible apreciar la distribución normal de los datos, a pesar de una suave desviación en los valores extremos. Los datos ajustan a un 99.1% de distribución normal, como lo muestra la Figura 5.

Para los tres años analizados se puede apreciar que el mejor cultivo antecesor, independientemente de la labranza y el momento de la labranza es la soja, con un rendimiento promedio de algodón de 2171.89 kg ha<sup>-1</sup>, seguido del sorgo granífero como antecesor 1783.08 kg ha<sup>-1</sup> y por último moha con 1515.78 kg ha<sup>-1</sup>, como lo muestra la Tabla 2, con diferencias significativas para cada uno de los cultivos antecesores.

Por otra parte, es posible apreciar los efectos de las diferentes herramientas de labranza en la Tabla 3, independientemente del cultivo antecesor y la fecha de labranza, indicando que el Arado de Cíncel fue la mejor herramienta para cualquier

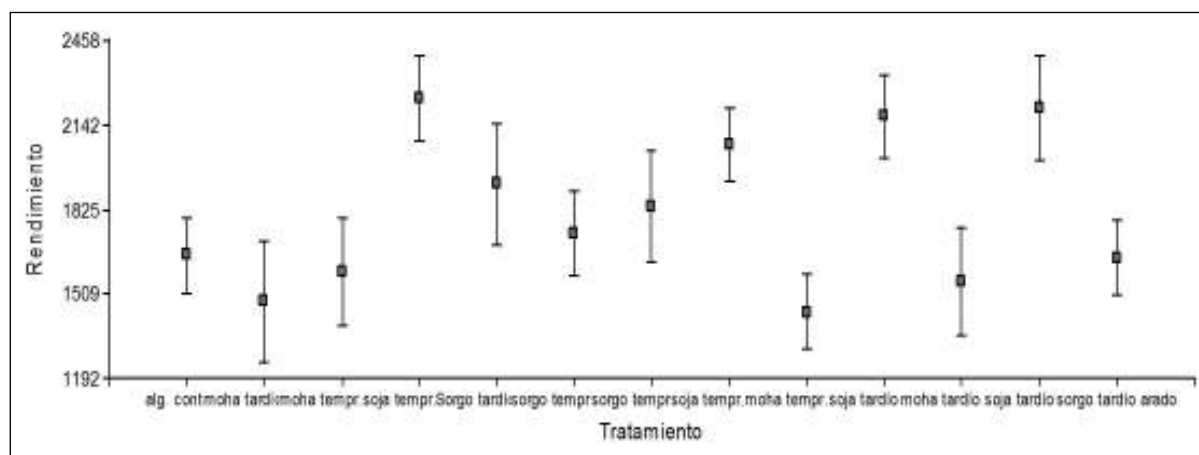


Figura 4: Rendimientos de algodón y su error estandar Tratamiento.

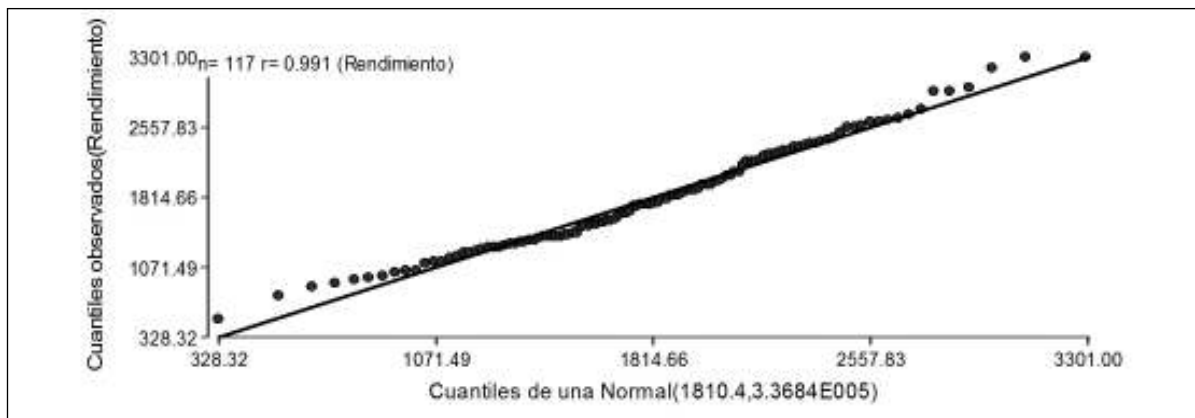


Figura 5: Distribución de los rendimientos de algodón en función de una curva normal.

Variable	n	Media	CV	Min	Máx
Moha	36	1515.78 a	37.49	512.00	2692.00
Sorgo granifero	36	1783.08 b	30.88	961.00	3301.00
Soja	36	2171.89 c	21.58	1538.00	3301.00
Algodón continuo	36	1651.89 ab	25.19	1105.00	2275.00

Tabla 2: Rendimiento de algodón de acuerdo al cultivo antecesor (2005 a 2007).

Test: LSD Fisher Alfa=0.05; DMS: 290.81929; Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	n	Media	CV	Min	Máx
Arado de rejas	63	1781.06 a	32.10	512.00	3189.00
Arado de cincel	54	1844.57 a	32.19	865.00	3301.00

Tabla 3: Rendimiento de algodón en función de la herramienta de labranza (2005 a 2007).

Test: LSD Fisher Alfa=0.05; DMS: 213.48174; Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	n	Media	CV	Min	Máx
Arado reja temprano	27	1839.56 a	32.48	769.00	2980.00
Arado reja tardío	36	1737.19 a	32.02	512.00	3189.00
Arado cincel tempr.	24	1839.17 a	29.47	945.00	2756.00
Arado cincel tardío	30	1848.90 a	34.68	865.00	3301.00

Tabla 4: Fecha de labranza en relación a la herramienta a utilizar.

Test: LSD Fisher Alfa=0.05; DMS: 305.24656; Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

cultivo antecesor y fecha de labranza, con un rendimiento de algodón de 1844.57 kg ha<sup>-1</sup> y el Arado de Rejas en la labranza produjo un rinde de algodón en bruto de 1781.06 kg ha<sup>-1</sup>, sin diferencias significativas entre las herramientas evaluadas.

Una tercera aproximación, que se hizo fue, analizar el efecto de las herramientas de labranza y la fecha de uso, es decir, 30 días después de cosecha del abono verde y su incorporación y 60 días después de cosecha e incorporación, independientemente del año. Entonces, tenemos que la mejor fecha para labranza en función de la herramienta es el cincel en forma tardía, con un

rinde de algodón de 1848.9 kg ha<sup>-1</sup> y el peor momento para incorporar rastrojo es el Arado de Reja en forma tardía con 1737.19 kg ha<sup>-1</sup>, a pesar de que no existen diferencias significativas entre los tratamientos independientemente del año de la labranza, como lo muestra la Tabla 4.

Ahora bien, si combinamos los efectos de cultivo antecesor, herramienta y fecha de labranza y los años de cultivo, es posible apreciar el efecto de cada tratamiento, identificando que los menores rendimientos se registraron luego de la moha, usada como abono verde, con una producción media de algodón de 1440.11 kg ha<sup>-1</sup>, en los tres

TRATAMIENTO	n	Rendimiento (kg. x ha <sup>-1</sup> )	D.E.	CV	Min	Máx
ALGODON CONTINUO	9	1651.89 ab	416.18	25.19	1105	2275
MOHA TARDIO/ARADO	9	1479.22 a	688.87	46.57	512	2580
MOHA TEMPRANO/ARADO	9	1440.11 a	429.25	29.81	769	2035
MOHA TEMPRANO/CINCEL	9	1593.22 ab	607.46	38.13	945	2692
MOHA TARDIO/CINCEL	9	1550.56 ab	607.42	39.17	865	2612
SOJA TARDIO/ARADO	9	2173.56 c	464.81	21.38	1666	3189
SOJA TARDIO/CINCEL	9	2203.89 c	580.08	26.32	1538	3301
SOJA TEMPRANO/ARADO	9	2243.22 c	473.12	21.09	1586	2980
SOJA TEMPRANO/CINCEL	9	2066.89 bc	407.12	19.7	1554	2756
SORGO TARDIO/ARADO	9	1755.22 abc	617.99	35.21	961	2996
SORGO TARDIO/CINCEL	9	1920.78 abc	690.35	35.94	1217	3301
SORGO TEMPRANO/ARADO	9	1835.33 abc	623.8	33.99	1025	2948
SORGO TEMPRANO/CINCEL	9	1732.11 abc	478.38	27.62	1298	2451

**Tabla 5:** Rendimiento de algodón de acuerdo a Tratamientos.

Test: LSD Fisher Alfa=0.05  
DMS=517.7  
Error: 306812.54 gl: 104  
Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

TRATAMIENTO	2006	2007	2008
ALGODON CONTINUO	1516.67 abcd	2109.33 abc	1329.67 bc
MOHA TARDIO/ARADO	1377.67 abc	2158.00 abc	902.00 a
MOHA TEMPRANO/ARADO	1255.00 a	1885.33 ab	1180.00 ab
MOHA TEMPRANO/CINCEL	1351.00 abc	2136.33 abc	1292.33 ab
MOHA TARDIO/CINCEL	1329.67 ab	2280.67 abc	1041.33 ab
SOJA TARDIO/ARADO	1922.33 de	2579.67 bc	2018.67 e
SOJA TARDIO/CINCEL	1896.00 bcde	2857.33 c	1858.33 e
SOJA TEMPRANO/ARADO	2270.00 e	2713.33 bc	1746.33 cde
SOJA TEMPRANO/CINCEL	2163.00 e	2237.67 abc	1800.00 de
SORGO TARDIO/ARADO	2002.67 de	2050.67 abc	1212.33 ab
SORGO TARDIO/CINCEL	2285.67 e	2205.67 abc	1271.00 ab
SORGO TEMPRANO/ARADO	2328.33 e	1901.33 ab	1276.33 ab
SORGO TEMPRANO/CINCEL	2355.00 e	1463.33 a	1378 bcd

**Tabla 6:** Rendimiento de algodón anual en función de Tratamientos.

Test: LSD Fisher Alfa=0.05  
Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

años de evaluación, seguido por algodón continuo, sorgo con diferentes labranzas y por último, los mejores rendimientos se registraron en el algodón después de la soja, obteniendo 2243.22 kg ha<sup>-1</sup> con labranza temprana de arado de rejas, como lo muestra la Tabla 5.

Este efecto concuerda con los reportados por Giller et al., (2009) en ensayos realizados en el área Subsahariana de Africa, destacando que las leguminosas usadas como abonos verdes han sido recomendadas para los sistemas de Agricultura Conservacionista por sus efectos benéficos sobre la fertilidad de los suelos.

En la Tabla 6 es posible apreciar los Rendimientos anuales de algodón en función de los tratamientos discriminado por año y el análisis

de varianza por tratamiento, identificando diferencias significativas entre grupos de tratamientos. Se observa que en el año 2006 se obtuvieron los mejores rendimientos en algodón después del sorgo y en los dos años posteriores se obtuvieron los mejores rendimientos en el algodón después de la soja, hecho que se refleja en los rendimientos promedios de los tres años y el efecto de la soja sobre los rendimientos.

Al considerar el efecto del año sobre los rendimientos de algodón, se puede apreciar que existe un efecto significativo ( $p \leq 0,05$ ) utilizando test de Fisher como estadístico de prueba, como lo muestra la Tabla 7, efecto dado por las precipitaciones acumuladas en el ciclo, ya que solo varió 14 días en fecha de siembra entre cada año. Palomo Gil et al



Año	Rendimiento algodón (kg. x ha <sup>-1</sup> )	n	Precipitaciones en el ciclo (octubre-mayo)	Eficiencia de uso de la precipitación (kg x mm.)
2005/2006	1850.23 A	39	608.3	3.04
2006/2007	2198.36 B	39	959	2.26
2007/2008	1408.18 C	39	577.4	2.44

**Tabla 7:** Rendimiento medio de algodón según año de cosecha.

Test LSD Fisher Alfa=0.05 DMS= 220.66129; gl: 114. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ); Correlación de Pearson entre Rendimiento/Precipitación: 0.86

Abono Verde	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx
algodón	CE	36	0.52	0.24	46.29	0.17	1.17
algodón	pH	36	7.33	0.42	5.76	6.60	9.30
algodón	MOT	36	2.02	0.28	14.10	1.30	2.70
algodón	P	36	67.23	5.68	8.45	53.00	76.50
algodón continuo	CE	6	0.48	0.16	32.18	0.34	0.74
algodón continuo	pH	6	7.52	0.17	2.29	7.30	7.80
algodón continuo	MOT	6	1.80	0.21	11.65	1.60	2.10
algodón continuo	P	6	68.65	10.26	14.95	51.90	81.20
moha	CE	12	0.58	0.17	29.06	0.33	0.97
moha	pH	12	7.28	0.24	3.32	6.90	7.80
moha	MOT	12	1.97	0.41	20.61	1.30	2.60
moha	P	12	73.41	4.62	6.29	65.90	81.00
soja	CE	12	0.68	0.22	32.24	0.40	1.07
soja	pH	12	7.56	0.63	8.36	7.00	8.80
soja	MOT	12	2.10	0.55	26.00	1.10	3.20
soja	P	12	71.91	7.87	10.95	50.10	79.90
sorgo	CE	12	0.44	0.15	33.45	0.21	0.64
sorgo	pH	12	7.27	0.29	3.95	6.80	7.80
sorgo	MOT	12	2.14	0.48	22.48	1.60	3.20
sorgo	P	12	70.63	4.30	6.09	65.40	79.20

**Tabla 8:** Análisis químico de suelo de 0 a 10 cm. y sus parámetros estadísticos.

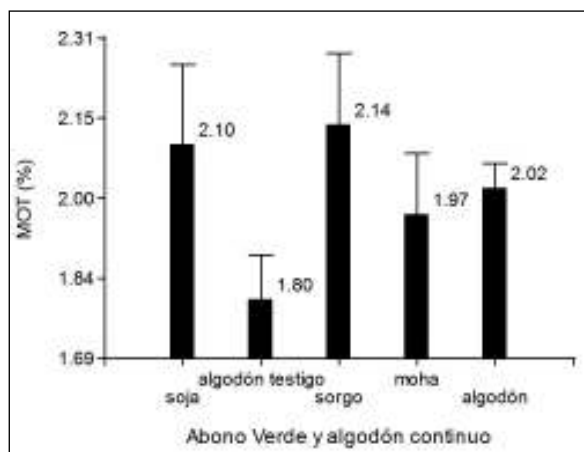
(2003) mencionan efectos del año sobre el rendimiento de algodón para un ensayo realizado en México.

Existe una alta correlación (0.86) entre la precipitación y los rendimientos de algodón medidos en este ensayo como lo muestra la Tabla 7. Este efecto, fue reportado por Albergel et al., (1985), citado por Blanc et al., (2008) en Burkina Faso ( $r=0.72$ ) para toda la zona aldonera. En términos de rendimientos, Bella-Medjo et al., (2005), citado por Blanc et al., (2008) revelaron una correlación de 0.59 para el Norte de Camerún en la región de producción aldonera donde las precipitaciones están debajo de 600 mm año<sup>-1</sup>. Para la zona Sur, donde las precipitaciones exceden los 600 mm por año, no hubo resultados significativos, lo que sugiere la presencia de umbrales entre

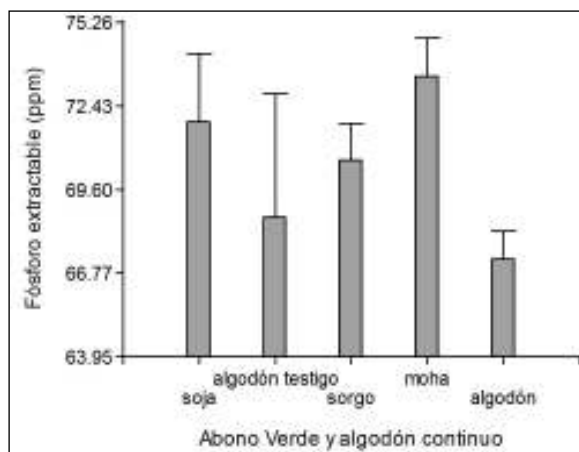
las precipitaciones y los rendimientos. Blanc et al., (2008) mencionan que todos los factores climáticos pueden tener un efecto lineal sobre los rendimientos de algodón.

Por último se puede presentar un análisis temporal de cómo está el suelo hoy, en cuanto a sus principales propiedades químicas en los 10 cm. primeros del perfil, es decir los que sufren la mayor cantidad de impactos agrícolas tanto por labranza, como por erosión y extracción de nutrientes por los cultivos intervinientes.

En la Tabla 8 es posible observar los valores medios, desviación estandar, coeficiente de variación y valores máximos, mínimos de la Conductividad Eléctrica, pH, Materia Orgánica Total y Fósforo observados en el algodón continuo, parcelas con abonos verdes (moha, sorgo



**Figura 6:** Materia Orgánica Total y error estandar según abono verde y cultivo.



**Figura 7:** Fósforo extractable (P Bray 1) y error estandar según abono verde y cultivo.

granífero, soja) y las 12 parcelas con algodón al finalizar la cosecha en el mes de junio.

Se destaca, que a pesar de realizar durante más de 40 años las mismas prácticas culturales y de cultivo en la misma parcela existe una alta variación interna en la misma definida por el elevado C.V. de la CE para todos los cultivos.

La variación de pH, fósforo son muy bajas y estables. La Materia Orgánica Total presenta una variación menor a la CE se ubica entre 11,65% y 22,48% de variación en el C.V.

Es posible observar en la Figura 6 los cambios en la Materia Orgánica Total según el Abono Verde y cultivo presente, destacando que la parcela que durante más de 40 años tuvo algodón, presenta los menores valores de MOT (1,8%) y la parcela que más alto valor de MOT es la que tiene sorgo granífero en la secuencia (2,14%) seguido por soja en la secuencia (2,1%) y algodón en todo el Cuadro de prueba (2,02%) a pesar de no haber diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0,05$ ).

Todos los suelos de la provincia de Chaco en general están bien provistos de fósforo y a pesar de los años de agricultura continua los valores son altos y reflejan el potencial productivo que tienen estos suelos en la medida que se implementen medidas de conservación del suelo.

En la Figura 7, es posible observar los valores de fósforo extractable P Bray 1 en cada una de las parcelas, destacando que el lote con el algodón de prueba presenta los menores valores 67,23 ppm, el algodón continuo se ubica en segundo lugar con 68,65 ppm y el que mayor cantidad de

fósforo extractable es el que al momento del muestreo tuvo moha 73,41 ppm, destacando en este caso la escasa extracción que hace el cultivo de moha, seguido por soja y sorgo, presentes como Abonos Verdes. Existen diferencias significativas de acuerdo al Test de Fisher solo para algodón de prueba ( $p \leq 0,05$ ).

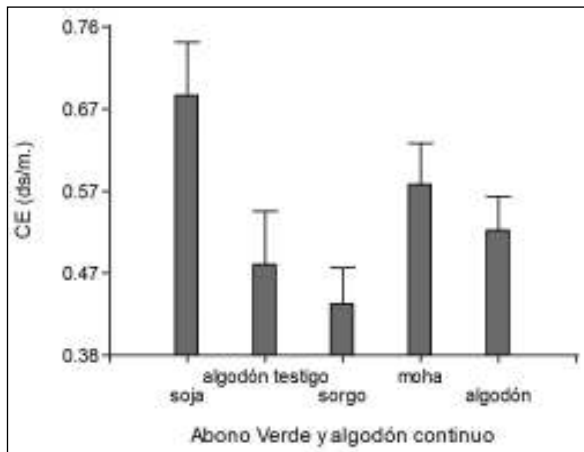
En cuanto a la Conductividad Eléctrica medida en diecisiemens por centímetro, la misma está dentro de valores normales, no existiendo problemas de salinidad que deprimen los rendimientos, variando entre 0,44 ( $Ds\ cm^{-1}$ ) en el Sorgo granífero a 0,68 ( $Ds\ cm^{-1}$ ) en soja, como lo muestra la Figura 8.

En cuanto a pH ocurren situaciones similares a CE con escasa variación y al encontrarse entre valores normales no es esperable se vean afectados los rindes por acidez o alcalinidad de suelos, como lo muestra la Figura 9, variando entre 7,27 pH en el sorgo granífero a 7,56 pH en soja, presente como Abono Verde.

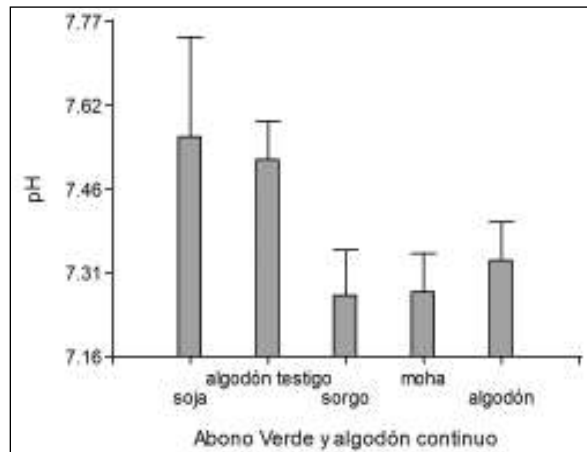
## CONCLUSIONES

El algodón sembrado luego de la soja y con labranza temprana de arado de rejas, resultó la mejor combinación labranza-fecha de labranza-abono verde, para mejorar los rindes de algodón en el largo plazo, cuando el cultivo está implantado en labranza convencional.

En este Ensayo, la moha resultó el cultivo menos apropiado para utilizar como abono verde para algodón, incluso con diferentes prácticas de labranza.



**Figura 8:** Conductividad Eléctrica (ds/m.) y error estandar según abono verde y cultivo.



**Figura 9:** pH y error estandar según abono verde y cultivo.

Los valores de MOT se depreciaron en mayor medida cuando estamos en presencia de monocultivo de algodón, seguido de moha, soja y sorgo con los mejores valores de MOT

Los valores de fósforo extractable se mantuvieron altos, variando entre 67,23 ppm en algodón testigo y 73.41 ppm en moha.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los profesionales, personal de apoyo técnico y personal de campo, que durante más de 40 años mantuvieron este ensayo, realizando las mismas prácticas culturales para que hoy en día, sus efectos puedan ser presentados a la sociedad en esta publicación que contribuye a generar información científica sobre la incorporación de abonos verdes para el cultivo del algodón en el largo plazo. Actualmente, este Ensayo participa del Proyecto Nacional Integrado de INTA PNIND 084022, Desarrollo de tecnologías de manejo del cultivo, mejora de la calidad y herramientas económicas para aumentar la competitividad y sustentabilidad del sistema algodónero.

Una mención especial a Omar, Jorge, Roberto y Rubén, quienes le dedican y dedicaron muchas horas a esta tarea.

## BIBLIOGRAFÍA

• Blanc E, P Quirino y E Strobl. 2008. The climatic determinants of cotton yields: Evidence from a plot in West Africa. *Agricultural and Forest Meteorology*. 148 (2008) 1093-1100. Elsevier.

• Cáceres Díaz RO, Herrera G, Palaoro D, Leiva M, Álvarez M y D Alcaraz. 2008. Análisis pluviométrico del suroeste de la provincia del Chaco.

• Cáceres Díaz RO, Quintana JGR, Nadal N y JO Jiménez. 2010. Fertilización nitrogenada para rendimiento objetivo de sorgo granífero en el suroeste de la provincia de chaco, Argentina. *Revista Agroecnia*. UNNE (en prensa).

• Erenstein O. 2003. Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100 (2003) 17–37. Elsevier.

• Giller KE, Witter E, Corbeels M y P Tittonell. 2009. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. *Field Crops Research*. 114. Pag. 23–34

• Ledesma LL y JJ Zurita. 2004. Carta de suelos de la República Argentina. Provincia del Chaco. Los suelos del departamento 9 de Julio. Convenio INTA; Gobierno de la provincia del Chaco, Ministerio de la Producción.

• Palomo Gil A, Gaytán Mascorro A y S Godoy Avila. 2003. Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Rev. Fitotecnia de México*. Vol. 26 (3) Pag. 167-171

• Valenzuela C. 2005. Transformaciones y conflictos en el agro chaqueño durante los '90. *Articulaciones territoriales de una nueva racionalidad productiva*. *Mundo Agrario*. *Revista de estudios rurales*, vol. 5, Nº 10, primer semestre de 2005. Centro de Estudios Histórico Rurales. Universidad Nacional de La Plata.

Cristian Cazorla, Andrea Lardone, Marcos Bojanich, Bethania Aimetta, Dario Vilches y Tomás Baigorria

## Antecedentes de maíz: ¿barbecho o cultivos de cobertura?

### INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la provincia Córdoba se concentra el 38 % de la producción nacional de maíz, en la que se incluye el departamento Marcos Juárez, con un total de 116.800 ha sembradas, logrando un rendimiento promedio de 88 qq ha<sup>-1</sup> (UPSIIA, 2009). Teniendo en cuenta que luego de la cosecha del cultivo estival el suelo queda expuesto a adversidades climáticas, una alternativa factible es la siembra de un cultivo de cobertura (CC) durante el periodo invernal.

Los CC son especies vegetales establecidos entre dos cultivos de verano, no son pastoreados, incorporados, ni cosechados, quedando en superficie protegiendo al suelo y liberando nutrientes como resultado de procesos de degradación de la biomasa aérea y radicular. Los CC cumplen con diversas funciones, entre ellas, protección física del suelo a la radiación solar, viento y lluvia; control de malezas (Fernández et al., 2007; Damrosch, 1998), mayor aporte de carbono orgánico (Álvarez, 2005), captura de nutrientes móviles (nitrógeno y azufre) a través de su biomasa, aumento de la eficiencia del uso de agua, depresión de napas freáticas y control de plagas y enfermedades.

Los CC, a través de la producción de materia seca (MS), proveen de sustrato a los microorganismos que intervienen en el ciclo de nitrógeno (N), toman N-NO<sub>3</sub> y lo incorporan en su biomasa. De este modo, se reduce la disponibilidad de N a la siembra de los cultivos estivales y no queda expuesto a lixiviación ante la ocurrencia de lluvias intensas. Finalmente, la descomposición y posterior mineralización de los residuos de CC, regulada por la actividad y número de la biota del suelo,

entrega el N durante el ciclo de los cultivos estivales (Abril, 2002).

Las funciones que cumplen los CC son diversas y la probabilidad de éxito de esta técnica va a depender de cuál es el factor limitante de la producción. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo es analizar el impacto de los CC en tres funciones principales: dinámica de agua, disponibilidad de nitratos y control de malezas. Además se analizan los rendimientos obtenidos en maíz con diferentes antecedentes.

### Contenidos hídricos durante el periodo invernal

Los CC pueden presentar como desventaja la interferencia por la utilización de agua que puede llegar a afectar la implantación del cultivo posterior o comprometer su rendimiento (Fernandez y Quiroga, 2009). Esto va a depender de la capacidad de retención de agua (CRA) útil al momento de la siembra y de las precipitaciones durante el ciclo del cultivo estival. Suelos Haplustoles típicos (CRA 100 mm) son más dependientes de las precipitaciones para el normal desarrollo del cultivo estival, mientras que Argiudoles típicos (CRA 240 mm) cuentan con reservas mayores para afrontar periodos de sequía.

Una vez definido la capacidad del ambiente suelo de almacenar y retener agua a través de la CRA, debemos tener en cuenta el contenido hídrico del suelo en el momento de la siembra del cultivo estival. En la Tabla 1 se presentan contenidos de agua útil (mm) con diferentes antecedentes de maíz en ensayos de la EEA INTA Marcos Juárez.

En haplustoles y hapludoles de regiones semiáridas la utilización de CC no reduce la disponibilidad de agua a la siembra de los cultivos estivales (Carfagno et al., 2008), como así también en

**Tabla 1:** Agua útil (mm) al momento de secado de especies utilizadas como CC. Fuente: Baigorria & Cazorla, 2009.

Especie	2008	2009
Avena + Vicia	80,6 a	60,5 ab
Centeno	75,5 a	86 bc
Barbecho	109,1 b	142,2 d
Triticale	58,3 a	56 ab
Vicia Sativa	78,2 a	36,2 a
Vicia Villosa	Sd	100,6 c

vertisoles de Entre Ríos (Muller et al., 2008). En cambio si afectan la disponibilidad de agua a la siembra en Argiudoles típicos (Baigorria y Cazorla, 2010) y en hapludoles típicos de la región semiárida pampeana (Fernandez et al., 2007). Esta disminución en los contenidos de humedad con respecto al barbecho se puede denominar costo hídrico (CH) por la realización de un CC. El CH se encuentra entre 30 a 40 mm y 40 a 80 mm para leguminosas y gramíneas respectivamente dependiendo de las precipitaciones durante el ciclo de crecimiento de los CC (Baigorria y Cazorla, 2010). Similares CH son reportados por otros autores en hapludoles de la región semiárida pampeana (Fernández et al., 2007).

La conservación de agua durante el periodo de barbecho depende del tipo de suelo y de las precipitaciones (Lampurlanes et al., 2002). Suelos con bajas CRA son ineficientes para retener agua (Fernandez et al., 2007), mientras que con altas precipitaciones el barbecho es ineficiente para retener el agua. Un ejemplo de esto se muestra en la Tabla 2. Como se observa en la Tabla 2, las pérdidas de agua del año 2009 superaron las del anterior debido a las mayores precipitaciones del período. Estas se deben en parte a pérdidas de agua que los poros de almacenamiento no pueden retener (drenaje) y por evaporación. Esta última depende de la temperatura y el contenido hídrico del suelo. Con alto contenido de humedad, la tasa de evaporación es elevada y cuando el suelo comienza a secarse la tasa disminuye

Año	Agua Siembra (mm)	Agua Secado (mm)	Precipitaciones (mm)	Perdida agua (mm)
2008	130	109	32	-53
2009	153	142	195	-206

**Tabla 2:** Pérdidas de agua en barbechos para dos campañas en la EEA INTA Marcos Juárez.

(Monzon et al., 2005), es por esto que los barbechos no pueden mantener contenidos hídricos cercanos a capacidad de campo.

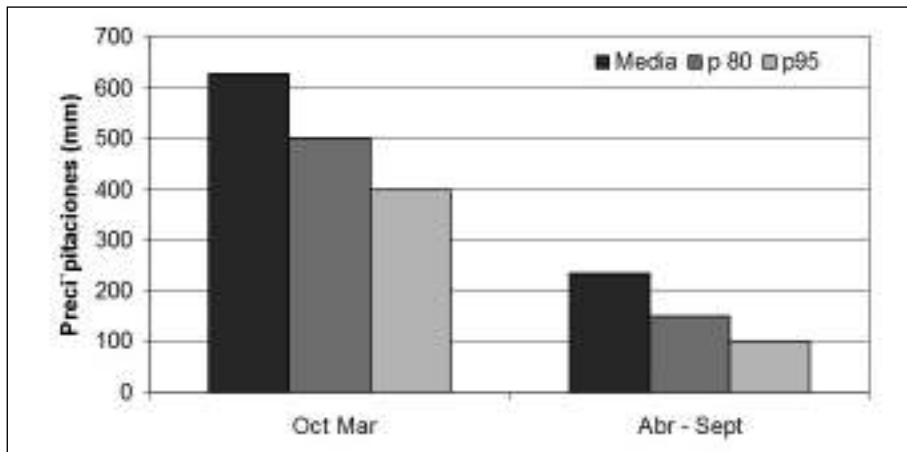
La eficiencia en el uso del agua (EUA) es la MS producida por mm de agua consumida. Esta eficiencia varía con la especie vegetal, y se relaciona positivamente con las practicas de manejo como la fertilización (Cooper et al., 1987) y negativamente con las precipitaciones durante el ciclo de los CC (Baigorria y Cazorla, 2010; Scianca et al., 2006).

### Contenidos hídricos durante el periodo del cultivo estival

Los requerimientos hídricos del cultivo de maíz varían de 530 a 575 mm para ambientes de Balcarce y Pergamino (Andrade et al., 1996). El consumo de agua y crecimiento se ven limitados cuando el contenido hídrico del suelo en la zona de la rizósfera se encuentra por debajo del 40-60 % del agua útil, siendo en floración el periodo crítico en que la provisión de agua no debe ser limitante (Andrade et al., 1996).

En la región sudeste de la provincia de Córdoba durante el periodo estival, las precipitaciones serán de 500 mm con una probabilidad del 80 % (Figura 1) lo que cubriría las necesidades hídricas de la mayoría de los cultivos de verano. Desde Abril a Septiembre las precipitaciones superan los 100 mm, y debido a la eficiencia del barbecho, como se comento anteriormente, es probable que se pierdan del proceso productivo. Desde el punto de vista de la disponibilidad hídrica la inclusión de CC se justifica debido a que en la mayoría de los años las precipitaciones son suficientes para el normal desarrollo de los cultivos estivales.

El momento de interrupción del ciclo de los CC debe considerar el ciclo ontogénico de estos como así también el agua disponible a la siembra del cultivo estival. Con respecto al ciclo ontogénico, la máxima acumulación de biomasa se logra alrededor de floración, periodo luego del cual declina rápidamente. El contenido de N en hojas disminuye a medida que avanza el ciclo debido a



**Figura 1:** Distribución de precipitaciones de Marcos Juárez.

P80: Probabilidad del 80%.

P95: Probabilidad del 95%

que se empieza a removilizar el N a los órganos reproductivos (Barbazan et al., 2002).

### DINÁMICA DE LOS NUTRIENTES

Las especies utilizadas como CC provocan una disminución en el contenido de N-NO<sub>3</sub> a la siembra del cultivo de maíz debido a su incorporación en biomasa. En el caso de gramíneas, la disponibilidad de N durante el cultivo de maíz se ve limitada por una relación C/N del residuo de aproximadamente 50, por lo que se produce una inmovilización del N, mientras que con leguminosas esta relación es de 15 a 20 (Zotarelli et al., 2009), motivo por el cual la disponibilidad de N es inmediata.

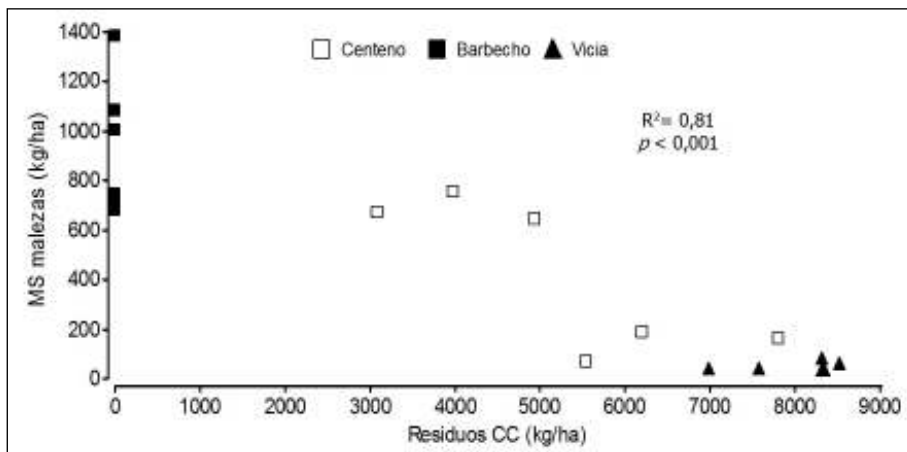
En ensayos utilizando especies como CC en la EEA INTA Marcos Juárez, se registraron contenidos de N-NO<sub>3</sub> de 90 ppm el barbecho, mientras que con CC el contenido se reduce a 60 y 40 ppm con leguminosas y gramíneas, respectivamente (Baigorria y Cazorla, 2009). En ensayos similares en la región semiárida pampeana encontraron

valores de 60 y 40 ppm de N-NO<sub>3</sub> para las situaciones barbecho y CC respectivamente (Scianca et al., 2006). Esta disminución en el contenido de N-NO<sub>3</sub> a la siembra puede ser considerada una desventaja desde el punto de vista de la nutrición del cultivo, pero es una ventaja si tenemos en cuenta la probabilidad de lluvias intensas que laven nitratos por debajo de la zona de absorción de las raíces (Rimski-Korsakov et al., 2004).

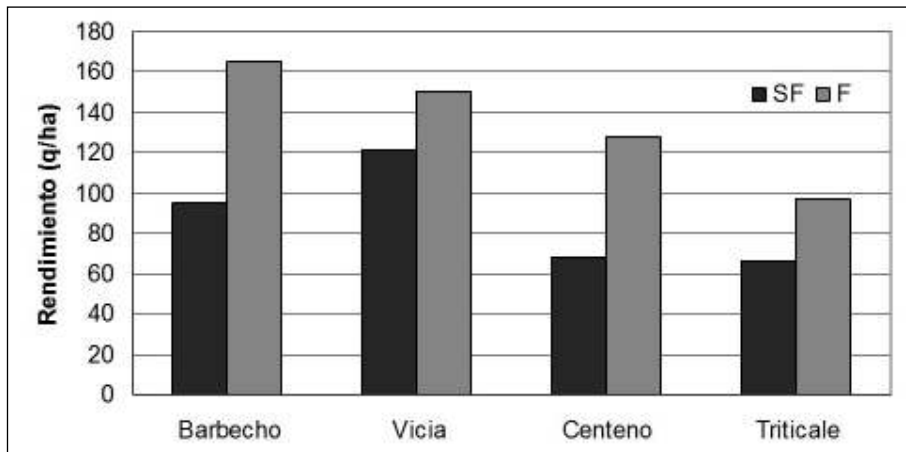
### CONTROL DE MALEZAS

Los cultivos de cobertura ejercen a través de la biomasa un control en la población de malezas, limitando su emergencia (Scianca et al., 2006) por interferencia en recursos como luz y temperatura (Teasdale, 1993), además modifican la diversidad y frecuencia de las mismas (Fernandez et al., 2007). En un ensayo de CC realizado en la EEA Marcos Juárez se midió el efecto de los residuos de cobertura en la población de malezas (Figura 2).

El barbecho que solo tiene residuos del cultivo antecesor (maíz) presentan mayores contenidos de



**Figura 2:** Relación entre MS de malezas (kg ha<sup>-1</sup>) y biomasa de residuos de CC (kg ha<sup>-1</sup>).



**Figura 3:** Rendimientos de maíz con diferentes antecesores.

Fuente: Baigorria y Cazorla, 2009.

malezas. Los residuos de CC de centeno y vicia provocan una disminución de alrededor de 80% de la población de malezas. En estudios realizados en otras regiones se reportan reducciones de la población de malezas entre 30 y 90 % dependiendo del sitio y año considerado (Mischler et al., 2010; Zotarelli et al., 2009).

### RENDIMIENTOS DE MAÍZ

El efecto de los CC en el rendimiento de maíz fue evaluado en la EEA INTA Marcos Juárez durante la campaña 08-09 utilizando como antecesores diferentes especies (Figura 3).

El rendimiento de maíz se ve limitado en parte por la disponibilidad de agua y en parte por la deficiencia de N. En condiciones de fertilización se observa una disminución en los rendimientos utilizando CC. En condiciones sin fertilización hay incrementos de rendimientos cuando se utiliza vicia como CC. Resultados similares se encontraron en la campaña 2009-2010 en ensayos de fertilización con vicia y barbecho como antecesores en maíz de segunda fecha de siembra (Vilches, datos no publicados). El cultivo de vicia, a través de la descomposición de su residuo realiza un aporte de N que permite incrementos en el rendimiento final obtenido.

En suelos hapludoles de la región semiarida pampeana, el efecto de los CC en maíz es notorio, logrando incrementos en el rendimiento de 1000 a 1500 kg ha<sup>-1</sup> (Fernandez et al., 2007). En la región sudoeste de la provincia de Buenos Aires, con antecesor Vicia el incremento fue de 1500 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que con centeno superan los 3500 kg ha<sup>-1</sup> (Barraco et al., 2009). Para estos suelos donde los volúmenes de rastrojo son inferiores, debido a los

menores rendimientos, el efecto de los CC en la dinámica del agua es muy marcado, dado que el residuo de la cobertura provoca una disminución en la temperatura del suelo, disminuyendo la evaporación del mismo.

### CONCLUSIONES

Los barbechos son prácticas ineficientes para el almacenamiento de agua en el suelo, y si bien la inclusión de CC, como antecesores de maíz, provoca disminuciones en el contenido de agua útil a la siembra, las precipitaciones para la región sudeste de la provincia de Córdoba pueden cubrir los requerimientos del cultivo.

Los CC gramíneas provocan una disminución de los contenidos de nitratos y una inmovilización del N, mientras que esto no ocurre con leguminosas. Por lo tanto leguminosas como vicia serían los mejores antecesores para maíz. Los CC ejercen buen control de malezas, teniendo un impacto positivo en los costos de producción, debido a la menor necesidad de utilización de herbicidas.

El efecto de los CC en el rendimiento es variable según la especie utilizada. En condiciones sin fertilización, el rendimiento se incrementa con la utilización de vicia como antecesor. Sin embargo, en condiciones de fertilización la utilización de CC no presenta beneficios sobre el rendimiento de maíz.

### BIBLIOGRAFÍA

- Abril A. 2002. La microbiología del suelo: Su relación con la agricultura sustentable. En: SARANDÓN, S. (Ed.) Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable. ECA, La Plata, Argentina, pp. 153–173.

- Alvarez C, Barroco M, Díaz-Zorita M, C Scianca y C Pecorari. 2005. Uso de cultivos de cobertura en rotaciones con base soja: efecto sobre algunas propiedades edáficas y rendimiento de los cultivos en un Hapludol típico del noroeste bonaerense. Boletín de divulgación técnica N° 87.
- Alvarez C. 2007. Cultivos de cobertura en Molisoles de la Región Pampeana. Aporte de carbono e influencia sobre las propiedades edáficas. EEA INTA General Villegas. Boletín para profesionales. Jornada profesional agrícola. 28 y 29 de Septiembre del 2007.
- Andrade FH y V Sadras. 2000. Efectos de la sequía sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos. En Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Editores: F.H. Andrade y V.O. Sadras. EEA INTA Balcarce-Fac. de Ciencias Agrarias UNMP.
- Andrade FH, A Cirilo, S Uhart y ME Otegui. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Dekalpress, Buenos Aires, Argentina.
- Baigorria T y C Cazorla. 2010. Eficiencia del uso del agua por especies utilizadas como cultivos de cobertura. Actas XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, 31 de Mayo al 4 de Junio del 2010.
- Baigorria T y C Cazorla. 2009. Evaluación de especies como cultivos de cobertura en sistemas agrícolas puros en siembra directa. Jornadas nacionales sistemas productivos sustentables: fósforo, Nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía blanca, 10 y 11 de Agosto de 2009.
- Barbazan M, M Ferrando y JP Zamalvide. 2002. Acumulación de materia seca y nitrógeno en gramíneas anuales invernales usadas como cobertura vegetal en viñedos. Agrociencia 6: 10-19.
- Barraco M, Álvarez C y C Scianca. 2009. Aporte de nutrientes y rastrojo de diferentes especies utilizadas como cultivos de cobertura. Jornadas nacionales sistemas productivos sustentables: fósforo, Nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía blanca, 10 y 11 de Agosto de 2009.
- Carfagno P. 2008. Cultivos de Cobertura en Agricultura de Secano en Región Pampeana. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Instituto de suelos INTA Castelar. <http://www.insuelos.org.ar/Informes/CultivosSecano.pdf> Verificado 31/01/10.
- Cooper PJM, Gregory PJ, Tully D y HC Harris. 1987. Improving water use efficiency of annual crops in the rain-fed farming systems of west Asia and North Africa. Experimental Agriculture 23: 113-158.
- Damrosch B. 1998. The garden primer. Workman Publishing: New York. 673 p.
- Fernandez R y A Quiroga. 2009. Cultivo de cobertura. Costo hídrico de su inclusión en sistemas mixtos. Jornadas nacionales sistemas productivos sustentables: fósforo, Nitrógeno y cultivos de cobertura. Bahía blanca, 10 y 11 de Agosto de 2009.
- Fernandez R, Quiroga A, Arena F, Antonini C y M Saks. 2007. Contribución de los cultivos de cobertura y las napas freáticas a la conservación del agua, uso consuntivo y nutrición de los cultivos. Quiroga A., A. Bono (Editores). Manual de Fertilidad y Evaluación de Suelos. EEA INTA Anguil, pub. Téc. 51:59.
- Lampurlanes J, P Angas y C Cantero-Martinez. 2002. Tillage effects on water storage during fallow, and on barley root growth and yield in two contrasting soils of the semi-arid Segarra region Spain. Soil Till. Res. 65:207-220.
- Mischler RA, S Duiker, W Curran y D Wilson. 2010. Hairy vetch management for no-till organic corn production. Agronomy Journal 102: 355-362.
- Monzon JP, Sadras V y F Andrade. 2005. Evaporation during fallow: Residue effects on subhumid and semiarid environments.. Field Crops Research 98: 83-90.
- Muller D, Saluzzio M y De Battista JJ. 2008. Comparación de distintos cultivos de cobertura en un suelo vertisol. Actas XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Potrero de los Funés, San Luis, 13 al 16 de Mayo del 2008.
- Rimski-Korsakov H, G Rubio y R Lavado. 2004. Potential losses of nitrate by leaching in soils of the pampas Argentina. Agricultural Water Management 65: 83-94.
- Scianca C, Álvarez C, Barraco M, Quiroga A y P Zalba. 2006. Verdeos de invierno utilizados como cultivos de cobertura: influencia sobre propiedades edáficas. Actas de XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta y Jujuy, 19-22 de septiembre de 2006.
- TEASDALE, JR. 1993. Interaction of light, soil moisture, and temperature with weed suppression by hairy vetch residue. Weed Science 41:46-51.
- UPSIIA. 2009. Caracterización del sector agropecuario por departamento. Departamento Marcos Juárez. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos. Provincia de Córdoba. [http://www.cba.gov.ar/imagenes/fotos/agr\\_upssia\\_marcosjuarez.pdf](http://www.cba.gov.ar/imagenes/fotos/agr_upssia_marcosjuarez.pdf) Verificado 02/07/2010.
- Zotarelli L, Avila L, Scholberg J y Alves B. 2009. Benefits of Vetch and Rye Cover Crops to Sweet Corn under No-Tillage. Agronomy Journal 101: 252-260.



## Avances en aportes de los cultivos de cobertura en la región agrícola Argentina

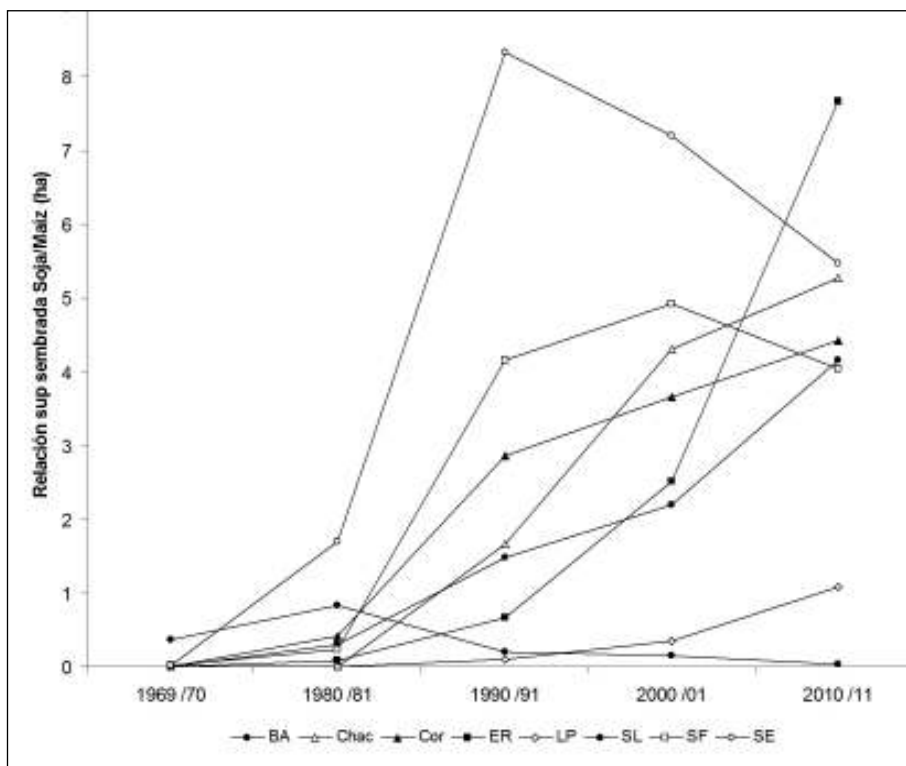
La actividad agrícola en la región pampeana y extrapampeana, orientada fundamentalmente a la producción de soja, maíz, trigo y girasol, ha experimentado profundas transformaciones a partir de la década del noventa, no solo en cuanto a su expansión en superficie en detrimento de la superficie praderizada, sino también a través de un aumento de su productividad debido a un mayor uso de tecnologías (Satorre, 2003).

Algunos ejemplos de esas transformaciones:

La superficie sembrada de los 4 granos (Trigo, Maíz, Girasol y Soja) varió de 13,5 millones de ha en la campaña 80/81, a 27,8 millones de ha en la campaña 06/07 (Ramírez y Portsmann, 2007). El

sistema de producción difundido en la zona es la agricultura continua. Según datos de la SAGPyA, (2011), la superficie ocupada por el cultivo de soja se incrementó en toda la superficie agrícola de la Argentina, en el período comprendido entre las campañas 1969/70 y 2010/11. En el mismo período, el área sembrada con maíz y trigo disminuyó (SAGPyA, 2009).

Teniendo en cuenta los limitados aportes de rastrojos del cultivo de soja, junto con su baja relación C:N, el aumento de su presencia en las secuencias de cultivos agrícolas afectaría la conservación de los contenidos de materia orgánica (MO) y el mantenimiento de adecuados niveles de



**Figura 1:** Evolución de la superficie de soja/maíz durante los últimos 5 decenios de Buenos Aires (BA), Chaco (Chac), Entre Ríos (ER), La Pampa (LP), San Luis (SL), Santa Fé (SF), Santiago del Estero (SE). \*datos obtenidos de la página SAGPyA, 2011.

TIPO DE SUELO	Semiárida	Subhúmeda	Húmeda
Balance de carbono	XX	XX	XX
Eficiencia en el uso del agua	XX	X	
Reducir lixiv. de nutrientes móviles		X	XX
Control de la erosión eólica	XX	X	
Control de la erosión hídrica		X	XX
Encostramiento	XX	XX	XX

**Tabla 1:** Principales efectos buscados al incluir cultivos de cobertura durante los barbechos largos en distintos tipos de suelo de la región pampeana.

Especies	Semiárida	Semiárida (riego)	Subhúmeda	Húmeda
Centeno	740-7480		3900-11300	
Avena			2200-8761	2760-5376
Raigras			1100-4000	2680-5429
Cebadilla				1600-3980
Cebada				2573-4954
Trigo			5516-8009	7500-9500
Triticale	2000		11000-20015	
Avena+Vicia				3464-11500
Vicia villosa		1980-5580	7304-7694	
Vicia sativa			3163-5740	1827-5933
Melilotus				1000-3000
Nabo				1293-5473
Colza				1130-6091

**Tabla 2:** Especies utilizadas como CC y productividad (Kg ha<sup>-1</sup>) de las mismas en función de zonas agroclimáticas (Semiáridas: suelos CRA: 50-80 mm y precipitaciones <700 mm; Subhúmeda: suelos CRA 100 y 200 mm y precipitaciones >700 y <900 mm; Húmeda, suelos CRA >200 mm y >900 mm precipitación).

cobertura (Rufo, 2003), lo cual podría llevar en el largo plazo al empobrecimiento de los suelos.

Una alternativa para incrementar el aporte de residuos en sistemas de agricultura continua con alta participación de soja es la incorporación de cultivos de cobertura (Tabla 1).

### Especies utilizadas y productividad de las mismas provenientes de los resultados presentados en este libro:

La generación de biomasa depende en gran medida de la especie y del cultivar utilizado (Carfagno, 2008). En estos trabajos se demostró que la producción de biomasa de las gramíneas fue claramente superior al de las leguminosas (Tabla 2), tal como los resultados obtenidos por varios autores (Neal et al., 2011; Zendonadi dos Santos et al., 2011) quienes comparando diversas especies invernales gramíneas y leguminosas, también encontraron que las primeras duplicaron en producción a las segundas. La biomasa estuvo

positivamente correlacionada con ambos componentes que la definen (eficiencia de uso de agua, EUA), aunque ésta última explicó en mayor medida las diferencias en MS encontradas entre los cultivos.

La fertilización nitrogenada produjo en gramíneas, aumentos en la biomasa influenciando sobre los componentes que los definen: uso consuntivo, eficiencia en el uso del agua y tasa de crecimiento. La fertilización fosforada en las leguminosas no provocó diferencias significativas en la biomasa producida, ni en sus componentes.

### Por qué incluir un cultivo de cobertura en la rotación?

#### a) Aportar cobertura y fijar carbono (C):

Uno de los indicadores más utilizados para evaluar los cambios en la calidad de los suelos es la MO. La importancia de la misma no radica tan solo en la cantidad sino también en su calidad

(estructura y composición) y distribución de fracciones individuales (ácidos húmicos, polisacáridos) que son importantes para mantener la fertilidad y estructura del suelo (Ding et al., 2005).

El aporte de C por parte de los residuos de cultivos es el principal factor que afecta la MO (Hendrix et al., 1998) y consecuentemente las propiedades edáficas relacionadas con el coloide orgánico. Wander y Traina, (1996) comprobaron que los contenidos de MO fueron significativamente mayores cuando se incorporaron CC a la rotación. Por su parte Ding et al., (2005) comprobaron que la inclusión de CC afectó positivamente y en mayor grado las fracciones livianas de la MO.

Algunos trabajos presentados evaluaron el

impacto de la introducción de CC sobre la MO o CO del suelo mostrando en su mayoría un efecto positivo sobre esta variable.

Los cambios en las distintas fracciones de la MO estuvieron ligados al aporte de C al sistema, por lo que el impacto de la inclusión de CC sobre diferentes compartimentos de la MO será mayor en la medida que este forme parte de una secuencia en la que también se incluyan gramíneas de verano (Tabla 3). La inclusión de CC en un planteo de monocultivo de soja será proporcional a la producción de MS que realice, pero es probable que no sea suficiente para enriquecer pooles más lábiles de MO a mayores profundidades, al menos en el corto plazo.

Especies	Semiárida	Subhúmeda	Húmeda
Centeno Avena Raigras		Efecto positivo en estas especies sobre el C respecto del testigo	
Trigo			Efecto positivo por la incorporación de CC sobre las secuencias S/S
Triticale	Efecto positivo sobre las fracciones joven y vieja de C		

**Tabla 3:** Aporte de carbono o materia orgánica (%) por los CC en diferentes zonas.

**Tabla 4:** Captura de N ( $Kg\ ha^{-1}$ ) en biomasa del cultivo de cobertura en diferentes especies y zonas evaluadas.

Especies	Semiárida (riego)	Húmeda
Centeno		
Avena		30-117
Raigras		33-100
Cebadilla		29-98
Cebada		26-106
Avena +Vicia		18-117
Vicia villosa	79-205	
Vicia sativa		56-188
Melilotus		
Nabo		17-131
Colza		40-172

#### b) Capturar nutrientes móviles como nitrógeno (N) y azufre (S):

La captura de  $NO_3$  durante el largo periodo de barbecho que tiene lugar entre cultivos de verano (marzo-octubre) es otro de los objetivos perseguidos al establecer CC, minimizando la lixiviación durante el otoño, principalmente en suelos arenoso franco y franco arenoso de la Planicie Medanosas (Fernández et al., 2005). En relación con este objetivo, Strock et al., (2004) reportaron que las pérdidas de N de  $NO_3$  por lixiviación en un suelo moderadamente drenado se redujeron en un 13 % en una rotación maíz-soja cuando un cultivo de centeno se implantó durante el periodo de barbecho. Nyakatawa et al., (2001) comprobaron sobre un Paleudult típico entre 23 y 82 %

menos de NO<sub>3</sub> bajo CC que bajo barbecho desnudo. Similares resultados fueron obtenidos por Quiroga et al., (1999) quienes trabajando sobre Haplustoles énticos determinaron entre 70 y 83% menos de NO<sub>3</sub> bajo verdeo de invierno. Este efecto puede resultar de suma importancia si consideramos que al incrementarse la proporción de residuos con menor relación C/N (soja) puede resultar menor la inmovilización por parte de microorganismos. La relación C/N de los rastrojos fluctúa entre 30/1 (leguminosas) y 80/1 (gramíneas), dependiendo directamente del cultivo en cuestión (Tisdale, 1991).

Al respecto estudios muestran que además de la absorción por parte de los CC, el contenido de NO<sub>3</sub> también estuvo influenciado por la inmovilización de la fauna microbiana durante etapas tempranas de descomposición de los residuos (Sainju et al., 1993).

Boccolini et al., 2010, señala claramente que, vicia influencia sobre la dinámica del N desde las funciones microbiológicas de mineralización. Así los incrementos temporales en la actividad nitrificante potencial por la utilización de vicia podrían permitir una disminución en el uso de fertilizantes nitrogenados o aumentar los pools de N disponible del sistema (Tabla 4).

En definitiva en zonas húmedas el N que es retenido en la MO al finalizar el cultivo, o el que es retenido por la biomasa de un CC son formas de inmovilizar nitratos, evitando su lixiviación. Sin embargo, lo anterior es un efecto de corto plazo: rápidamente el N retenido se mineraliza y así puede, de todos modos, perderse por lixiviación. Esto ocurre si no existe una sincronización entre la liberación del N mineralizado y la absorción del mismo por vegetación (pudiendo ser cultivos, de interés económico, de cobertura o malezas), además de existir precipitaciones que facilitan su desplazamiento (Tabla 4).

Nos obstante en zonas semiáridas la liberación de nutrientes por parte del CC al cultivo sucesor podría reducir los requerimientos de fertilización nitrogenada y fosforada, Arguello et al., (2011). Este fenómeno refleja la dificultad de sincronizar la oferta de N por la mineralización de los residuos de los CC con los requerimientos del cultivo sucesor, tal lo señalado por Ranells y Wagger, (1996). La liberación de N durante el periodo de crecimiento del cultivo de verano por parte de los

residuos del CC además de incrementar la biodisponibilidad de N para el cultivo de maíz, permitiría reducir el riesgo de lixiviación de N que podría producirse en suelos de textura arenosas (Fernández et al., 2010).

**c) agua disponible al momento del secado del CC y eficiencia en el uso del agua (barbechos largo):**

Fernández et al., (2005) y Duarte, (2002) trabajando sobre Haplustoles comprobaron que en años con precipitaciones normales durante barbechos largos y en suelos de baja capacidad de retención de agua (CRA) los CC aumentaron la eficiencia del uso del agua para capturar carbono, con respecto al testigo (sin CC) (Tabla 5).

Esto debido a que normalmente las precipitaciones exceden durante un barbecho largo la CRA y consecuentemente una parte sustancial de la misma se pierde infiltrándose en profundidad. Pero, se reconoce que el consumo hídrico de estos durante el invierno podría interferir en la normal oferta de agua para el cultivo siguiente. Al respecto, Fernández et al., (2005) comprobaron

**Tabla 5:** Agua disponible (mm) al momento del secado del CC para las diferentes especies y zonas evaluadas.

Especies	Semiárida	Subhúmeda	Húmeda
Centeno	36-50	10-120	
Avena		9-90	96-116
Raigras		10-90	81-100
Cebadilla			107-114
Cebada			86-119
Avena +Vicia		60-81	55-139
Triticale		56-60	
Vicia villosa		100	
Vicia sativa		36-78	75-103
Nabo			93-129
Coiza			97-139
Testigo		40-170	125-170

**Tabla 6:** Eficiencia de barbecho (%) al momento del secado del CC para los testigo y promedio de especies y zonas evaluadas.

VARIABLE	Semiárida	Subhúmeda
Eficiencia de barbecho	12-17	16-19
Eficiencia de barbecho cubierto		74-110

una reducción importante en los contenidos de agua por efecto de CC, principalmente Ray grass.

Por otra parte Álvarez et al., (2005) en Hapludoles típicos del Noroeste bonaerense no encontraron diferencias en rendimiento de soja establecida sobre CC con diferentes largo de barbecho, comprobando además bajas eficiencias de barbecho (11%) en todos los tratamientos evaluados (Tabla 6).

**d) Mejorar la eficiencia de uso de agua:**

La eficiencia de uso de agua relacionada con la producción de materia seca o rendimiento con la evaporación o uso consuntivo (Tabla 7). La eficiencia de uso de agua, varía entre tipo de especies, composición de biomasa y características de uso de agua. Además varía en función de la demanda atmosférica (Andrade y Gardiol, 1994). El incremento de productividad de la tierra es clave como herramienta para responder a una demanda creciente de alimentos y mejorar la ecuación económica del productor agrícola. La implementación de más de un cultivo por año fue uno de los cambios de mayor impacto sobre la rentabilidad de la empresa agropecuaria de la región pampeana porque permite un uso más eficiente de los recursos (radiación, temperatura y lluvias) con el consiguiente efecto en la productividad del suelo (Caviglia, 2009).

**e) Costo Hídrico de incluir un CC:**

Definido como la diferencia entre la especie evaluada y el testigo del ensayo, normalmente rastrojo de un cultivo de verano.

En función de los trabajos presentados en este libro sería más adecuado hablar de CH que de UC del cultivo, ya que lo que se observa al momento del secado del cultivo de cobertura son diferencias entre 0 y 100 mm con el testigo, los cuales no coinciden con los UC citados en el mismo. Unas de las explicaciones posibles sería la baja eficiencia de barbecho de los testigos o secuencias de cultivo sin CC. Estos resultados son confirmados indirectamente en (centro Córdoba, Bueno Aires; Santa Fé, San luís, La Pampa) (Tabla 8).

**f) Control de malezas:**

Los CC pueden reducir la densidad y biomasa de malezas en sistemas de siembra directa. La

habilidad de los cultivos de cobertura para suprimir el crecimiento de las malezas esta relacionado con la cantidad de biomasa que los mismos producen (Liebman y Davis, 2000) y/o con la liberación de sustancias inhibitorias (Mohler y Teasdale, 1993; Teasdale, 1996). Existen numerosos mecanismos responsables del efecto de los CC sobre las poblaciones de malezas entre los que se destacan la reducción en la intersección de luz (efecto de sombreo), consumo de agua, competencia por nutrientes, cambios en la temperatura del suelo o impedimentos físicos a la emergencia de las plántulas (Fisk et al., 2001). En algunos casos esto permitiría disminuir el número de aplicaciones de herbicidas previo a la siembra del cultivo que sigue en la rotación y o disminuir las dosis de postemergencia (Teasdale, 1996). También los CC pueden contribuir de manera significativa en el control de malezas en planteos de agricultura orgánica. En estudios realizados en otras regiones se reportan reducciones de la población de malezas entre 30 y 90 % dependiendo del sitio y año considerado (Mischler et al., 2010; Zotarelli et al., 2009).

**Efecto rotación:**

Ruffo, (2003) propone la inclusión de CC en la rotación maíz/leguminosa/soja/ gramínea para sistemas de producción de la Región Pampeana. En este caso la rotación recomendable puede ser centeno o avena/ soja-vicia o trébol/maíz. La presencia de una gramínea invernala sembrada luego

**Tabla 7:** Eficiencia de uso de agua (kg MS mm<sup>-1</sup>) al momento del secado de los CC en las diferentes especies y zonas evaluadas.

Especies	Semiárida	Subhúmeda	Húmeda
Centeno	20-80	16,-52,8	37-54
Avena		12-185	
Raigras		5,2-21,8	
Triticale	15-19	56-81	
Vicia villosa		40-45	
Vicia sativa		18-26	

**Tabla 8:** Costo hídrico (mm) en las diferentes zonas de producción.

VARIABLE	Semiárida	Subhúmeda	Húmeda
Costo hídrico	15-30	10	60-110

de la cosecha de maíz es útil para absorber nitratos residuales, aportar C e incrementar la cobertura de suelo durante el período invernal. La inclusión de una leguminosa entre la soja y el maíz aporta C, genera cobertura y reduce el requerimiento de fertilizante nitrogenado para el maíz.

En una rotación trigo - soja 2<sup>o</sup>/ maíz / soja 1<sup>o</sup>, el mismo autor señala que los CC pueden ser incluidos entre el maíz y la soja de 1<sup>o</sup> y/o entre la soja 2<sup>o</sup> y el maíz. Al igual que para la rotación anterior puede resultar recomendable incorporar una gramínea entre el maíz y la soja 1<sup>o</sup> y una leguminosa entre soja 2<sup>o</sup> y el maíz.

La información referida a CC es muy escasa en la región, resultando pertinente su evaluación no solo en cuanto a la influencia en las propiedades de suelo, sino también en la respuesta de los cultivos componentes de la rotación.

Resultados preliminares de experiencias conducidas en la EEA INTA General Villegas (Álvarez et al., 2006) y en la EEA INTA Anguil (Fernández et al., 2005) muestran que “los CC pueden realizar un significativo aporte al balance de C en sistemas agrícolas continuos. No obstante se han comprobado diferencias en la eficiencia de captación de carbono y de nitrógeno entre distintas especies y cultivares utilizados como CC, y en la influencia que estos poseen en diferentes condiciones de sitio (tipo de suelo, precipitaciones). Al respecto en la Tabla 1 se indican alguno de los efectos buscados con la inclusión de CC en suelos de distintas características.

La falta de efecto de los CC sobre algunas propiedades físicas del suelo, que son comúnmente sensibles a cambios en el manejo, como por ejemplo, estabilidad estructural o distribución de tamaño de poros podría atribuirse al momento de la rotación en el cual se realizó el muestreo (siembra de CC). En Manfredi, se observó efecto positivo de la rotación Soja/ Maíz/ CC sobre la Soja /Soja ambas en siembra SD. Sobre la estabilidad de agregados en los primeros 5 cm de suelo y en la infiltración.

La mineralización del P de los residuos siguió patrones similares a los de la descomposición. Sin embargo, las tasas de mineralización tuvieron un ordenamiento diferente al de las tasas de descomposición, sugiriendo que los procesos de descomposición y mineralización de P son diferentes, aunque están estrechamente asociados. Los CC

liberaron el 64 % del P que absorbieron durante su crecimiento en el período Diciembre-Marzo (valor promedio para las tres especies estudiadas).

Estos resultados concuerdan con Waggener, (1989) quien encontró que después de 8 semanas del secado de los CC, el 50 % del N proveniente del residuo de un cultivo de centeno fue liberado para el cultivo subsiguiente. Al respecto Fernández et al., (2012) en la región semiárida pampeana, hallaron valores superiores, comprobaron que el 80 % del N del CC fue liberado desde el secado en julio a la cosecha del maíz.

En las regiones semiáridas-subhúmedas dentro de las especies estudiadas, el centeno fue la que mostró mejor adaptación a las condiciones del sitio, en términos de producción de biomasa y mantenimiento de la cobertura del suelo. Este aspecto es de suma importancia, tanto desde un punto de vista ambiental como productivo: el aporte de residuos es la fuente de MO de los suelos que permite conservar su capacidad productiva y simultáneamente, mantener el suelo cubierto, reduciendo las pérdidas de agua por evaporación e incrementando la eficiencia de uso de las precipitaciones.

Es importante resaltar que los períodos analizados en la mayoría de las contribuciones de este libro se caracterizaron por una marcada sequía en algunos años, lo cual pudo haber condicionado los resultados de diferencias significativas sobre propiedades de suelo o rendimiento de los cultivos.

El efecto sobre el rendimiento, la mayoría de los trabajos ha sido igual o superior al testigo. Solo en algunos casos donde las lluvias fueron muy inferiores a lo normal se comprobaron menores rendimientos sobre coberturas, que sobre el testigo.

En síntesis: Los sistemas agrícolas actuales involucran prácticas tendientes a mantener y aumentar la productividad de los cultivos. Éstas consisten en incrementar la cantidad de residuos de cultivos en superficie mediante labranzas conservacionistas, y manejo eficiente de nutrientes y agua. El impacto que produce un cambio de uso de suelo es de magnitud variable según el clima y tipo de suelo. La evaluación de propiedades edáficas más sensibles a los efectos del manejo permite, anticipar el sentido de los cambios que ocurrirán en los suelos (degradación, conservación o recuperación). La magnitud de estos cambios

**Tabla 9:** Presenta los sitios, precipitaciones y temperaturas medias históricas, tipo de suelo y objetivos y autores de los estudios presentados en esta publicación.

Sitio	precipitaciones	Textura (L+A)/suelo	objetivo	Autores
Paraná	1100/18	Argiudol acuílico Franco arcilloso	Presentar y discutir aspectos relacionados con la inclusión de CC invernales en los sistemas agrícolas del centro-oeste de Entre Ríos, en base a la experiencia de cuatro años de experimentación en la temática.	Caviglia y col.
Río IV	642/17	Haplustol éntico Franco limoso	Evaluar la introducción de los CC como práctica agroecológica a fin de mejorar las condiciones edáficas, aumentar la agrobiodiversidad y reducir la incorporación de insumos.	Alesandria y col.
Anguil	650/17	Haplustol éntico Franco arenoso	Evaluar el efecto sobre la productividad de maíz, eficiencia de uso de agua y nitrógeno	Fernández y col.
Pergamino	973/16.5	Argiudol típico Franco limosos	Evaluar la biomasa aérea producida, el Nm capturado y el consumo de agua al secado de diferentes CC en la rotación soja-maíz bajo SD en la Pampa Ondulada y 2) evaluar el efecto de los CC sobre el rendimiento de soja y maíz.	Restovich y col.
Manfredi	1100/17	Haplustol éntico Franco limosa	Evaluar la producción de biomasa aérea y el uso consuntivo de agua del triticale ( <i>x Triticosecale Wittmack</i> ) usado como cultivo de cobertura invernal y los efectos de la inclusión del mismo en sistemas de agricultura continua sobre propiedades edáficas en un Haplustol éntico de la RCC.	Basanta y col.
Las parejas/santa fe	940/17	Argiudol típico franco limoso	Evaluar la eficiencia de barbecho entre los cultivos de maíz y soja 1ª dentro de una rotación agrícola Trigo/soja 2ª - Maíz-Soja 1ª con y sin un CC de avena	Redly
Bs As UBA	1300/18	Argiudol vértico Franco arcillo	Analiza la capacidad del raigrás como CC para reducir el contenido de nitratos residuales, luego de un cultivo de maíz fertilizado con nitrógeno y sometido a estrés hídrico.	Rimski-Korsakov y col.

San Luis	600/17	Haplustol éntico Franco arenosa	Evaluar la eficiencia de almacenamiento de agua en barbechos invernales en dos ambientes representativos de los sistemas de producción del este de San Luis, y y Determinar el costo hídrico de la inclusión de CC invernales.	Saenz y Colazo
Oliveros	1100/18	Argjudol típico franco limoso	Evaluar los efectos a largo plazo de la descompactación mecánica y la inclusión de gramíneas en lotes degradados.	Salvagioti y col.
Coronel Suárez	770/14	Argjudol típico Franco	Evaluar el costo hídrico a la siembra del cultivo de verano al introducir previamente un CC y de simular la dinámica del agua a lo largo del ciclo de ambos cultivos.	Sa Pereira y col.
Gral. Villegas	820/17	Hapludol thapto argico Franco arenoso	Evaluar la producción de materia seca de distintas especies de gramíneas utilizadas como CC (ii) determinar su incidencia sobre los contenidos de agua útil y rendimiento del cultivo de soja posterior, (iii) evaluar el impacto de los CC sobre propiedades físicas y químicas del suelo y (iv) cuantificar las tasas de descomposición y de mineralización de fósforo de los residuos de los CC	Scianca y col.
Hilario Ascasubi	450/13	Haplustol petrocalcico/énticos Franco arenoso	Determinar el aporte de carbono y nitrógeno que realiza un CC de vicia villosa y la modificación que produce en el balance de agua y nutrientes para el cultivo siguiente a medida que se demora su secado.	Vanzolini y col.
Cañada de Gómez	1060/17	Argjudol acuicos/típico Franco limoso	El objetivo general del Evaluar el impacto de la inclusión de distintas especies de CC invernales sobre la productividad del cultivo de soja, en secuencias soja-soja y rotación.	Capurro et al.
Marcos Juárez	850/17.5	Argjudol típico Franco limosos	Evaluar el efecto de la incorporación de diferentes especies y manejo (fertilización, fecha se siembra y densidad) en el consumo de agua y la EUA.	Cazorla y col.



9 de julio	1200/17	Hapludol típico Franco arenoso	Evaluar la productividad, el uso y la eficiencia de uso de agua en sistemas de monocultivo de soja	Rillo y col.
Trenque Lauquen	921	Hapludol éntico Franco/Franco arenoso	Evaluar el efecto de la inclusión de CC y de sus momentos de secado, sobre la disponibilidad de agua del suelo, y evaluar la eficiencia de barbechos de distinta duración en ambientes Subhúmedos y Semiáridos de la Región Pampeana.	Carfagno y col.
Dorila	827	Haplustol éntico Franco arenoso		

medidos con indicadores físicos, químicos o biológicos depende del régimen hídrico de los suelos, y de los efectos del sistema de labranza y de la secuencia de cultivos. Es necesario considerar la magnitud del impacto de los sistemas de labranza y del clima sobre los procesos relacionados con el estado actual del suelo (estructura, capacidad de retención de agua, disponibilidad de nutrientes, etc), el cual daría pautas de manejos sustentables.

Por lo expuesto puede inferirse sobre la necesidad de considerar, en futuros estudios, cierto orden jerárquico entre los factores que inciden sobre la productividad de los cultivos y propiedades de Molisoles de las regiones semiárida, subhúmeda y húmeda pampeana. No resultaría conveniente realizar estudios sobre nutrición de los cultivos o evaluar los efectos del manejo (Ejemplo sistemas de labranza, rotaciones) sin considerar el régimen hídrico de los suelos. El mismo no sólo varía en la región a través del gradiente de precipitaciones (Este- Oeste) sino que es además fuertemente condicionado por el espesor y composición granulométrica de los suelos, pudiendo variar significativamente entre lotes de un mismo productor Fontana et al., (2006)

Estudios de esta naturaleza resultaran básicos para el desarrollo de una agricultura de precisión y manejo sustentables de los recursos en la región.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez C y C Scianca. 2006. Cultivos de cobertura en Molisoles de la Región Pampeana. Aporte de carbono e influencia sobre las propiedades edáficas. EEA INTA General Villegas: Jornada Profesional Agrícola 2006.
- Andrade FH y JM Gardiol. 1994. Sequía y producción de los

cultivos de maíz, girasol y soja. Boletín técnico 132. EEA INTA Balcarce.

- Arguello J, J Saks, R Fernández y E Noellemeyer. 2011. Evaluación de la viabilidad de los cultivos de cobertura en la región semiárida pampeana. Tesis de grado, Fac de Agronomía UNLPam.
- Carfagno P. 2008. Cultivos de Cobertura en Agricultura de Secano en Región Pampeana. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Instituto de suelos INTA castelar. <http://www.insuelos.org.ar/informes/CultivoSecano.pdf>. Consultado 14/06/2010.
- Caviglia O. 2007. Intensificación de la secuencia de cultivos en Entre Ríos: balance de carbono y aprovechamiento de recursos. En Caviglia OP, Paparotti O.F., Sasal MC. 2007. (Eds.). Agricultura Sustentable en Entre Ríos. Ediciones INTA. Buenos Aires. p. 149-158. ISBN 978-987-521-253-4
- Ding G, Liu X, Herbert S, Novak J, Dula A y B Xing. 2005. Effect of cover crop management on soil organic matter. Geoderma. Article in Press.
- Duarte G. 2002. Sistemas de Producción de girasol en la región humedad argentina. In Manual práctico para el cultivo de girasol. Edictores Díaz-Zorita M. y Duarte G., 2002. 313 pp.
- Fernández R, J Saks, J Arguello, A Quiroga y E Noellemeyer. 2010. Cultivo de cobertura, ¿una alternativa viable para la Región Semiárida Pampeana?
- Fernández R, Funaro D y Quiroga A. 2005 Influencia de cultivos de cobertura en el aporte de residuos, balance de agua y contenido de nitratos. Boletín de divulgación técnica Nº 87 Aspectos del manejo de los suelos en sistemas mixtos de las regiones semiárida y subhúmeda Pampeana (en prensa)
- Fisk J, Hesterman O, Shrestha A, James J, Kells, Richard R Harwood, John M, Squire y C Craig. Sheaffe 2001. Weed Suppression by Annual Legume Cover Crops in No-Tillage Corn Agronomy Journal 93:319-325.
- Fontana F, M Paturlane, M Saks y A Quiroga. 2006. Efecto del espesor de suelo sobre las propiedades edáficas y rendi-

miento de trigo en la región semiárida pampeana. Ed en Aspectos de la evolución y el manejo de los suelos en la región semiárida pampeana. Publicación técnica N° 66 de INTA Anguil. pp 15-22.

- Hendrix, PF, Franzluebbers AJ y DV McCracken. 1998. Management effects on C accumulation and loss in soils of the southern Appalachian Piedmont of Georgia. *Soil Till. Res.* 47: 245-251.
- Liebman M y AS Davis. 2000. Integration of soil, crop, and weed management in low- external- input farming systems. *Weed Res.* 40: 27-47.
- Mischler R, S Duiker, W Curran y D Wilson. 2010. Hairy vetch management for no-till organic corn production. *Agron. J.* 102:355-362.
- Mohler CL y JR Teasdale. 1993. Response of weed emergence to rate of vicia villosa Roth and secale cereale L. residue. *Weed Res.* 33:487-499
- Neal J, Fulkerson W, Hacker R. 2011. Differences in water use efficiency among annual forages used by the dairy industry under optimum and déficit irrigation. *Aust. Agricultural Water Management* 98: 759-774.
- Nyakatawa E, Reddy K y K Sistani. 2001. Tillage, cover cropping, and poultry litter effects on selected soil chemical properties. *Soil. Till. Res.* 58: 69-79.
- Nyakatawa E, Reddy K y K Sistani. 2001. Tillage, cover cropping, and poultry litter effects on selected soil chemical properties. *Soil. Till. Res.* 58: 69-79.
- Quiroga A, Ormeño O, Bono A, Rodríguez N, Montoya J y F Babinec. 1999. Aspectos del manejo de suelo y productividad del girasol en la región semiárida pampeana. *Bol. Tec. N° 63 EEA Anguil.*
- Ramírez y Porsmann 2007. evolución de la superficie de los 4 cultivos en la región pampeana y extrapampeanas. CD.
- Ranells N y M Wagger. 1996. Nitrogen release from grass and legume cover crop monocultures and bicultures. *Agron. J.* 88, 777-782.

- Rufo ML. 2003: Factibilidad de inclusión de cultivos de cobertura en Argentina. *Actas XI Congreso de AAPRESID:* 171-176.
  - Sainju UM, Singh BP y W Whitehead. 1998. Cover crop root distribution and its effects on soil nitrogen cycling. *Agron. J.* 90: 511-518.
  - Satorre E. 2003 Las posibilidades ambientales y tecnológicas de la pradera pampeana para la producción de granos. *Las Ciento y Una “Hacia los 100 millones de toneladas de granos y la exportación de 1 millón de toneladas de carne. Bolsa de Cereales de Buenos Aires (Ed). Pp 37-38.*
  - Strock J, Porter P y M Russelle. 2004. Cover cropping to reduce nitrate loss through subsurface drainage in the northern U.S. Corn Belt. *J. Environ.Qual.* 33: 1010-1016
  - Teasdale JR. 1996. contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems *J. Prod. Agri.* 9: 475-479.
  - Teasdale I, Devine T, Mosjidis J, Bellinder R y C Beste. 2004. Growth and development of hairy vetch cultivars in the Northeastern United States as influenced by planting and harvesting date. *Agronomy Journal* 92:1266-1271.
  - Tisdale S. 1991. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. México, Editorial Limusa.
  - Wagger M. 1989. Cover crop management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till Corn. *Agron. J.* 81: 533-538.
  - Zendonadi dos Santos N, Dieckow J, Bayer C, Molin R, Favaretto N, Pauletti V y J Piva. 2011. Forages, cover crops and related shoot and root additions in no-till rotations to C sequestration in a subtropical Ferralsol. In *Southern Brazil Soil & Tillage Research* 111: 208-218.
  - Zotarelli L, L Ávila, JM Scholberg y BJR Alves. 2009. Benefits of vetch and rye cover crops to sweet corn under no-tillage. *Agronomy Journal*, 101(2):252-260.
-

