CULTIVOS DE COBERTURA DE VICIA Y CENTENO COMO ANTECESORES DE MAÍZ DE FECHA DE SIEMBRA TARDÍA: EFECTO DE LA FECHA DE QUEMADO SOBRE PRODUCCIÓN DE BIOMASA, CONTROL DE MALEZAS Y APORTE DE NITRÓGENO.

Trabajo final de graduación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo

Autores:

Gareis, Renzo.

Sanchez, Eduardo Alberto.

Director:

Riestra, Diego René – Agrotécnia

Evaluadores:

Zingaretti, Osvaldo – Cereales y oleaginosas

Repollo, Rodolfo – Cereales y oleaginosas

FACULTAD DE AGRONOMÍA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

SANTA ROSA – LA PAMPA – ARGENTINA - 2017

ÍNDICE

ÍNDICE 1

RESUMEN 2

INTRODUCCIÓN 3

HIPÓTESIS: 10

MATERIALES Y MÉTODOS 11

Descripción del área de estudio.....11
Descripción del ensayo.....12
Labores realizadas.....13
Determinaciones.....14
Análisis estadístico.....15

RESULTADOS Y DISCUSIONES 16

Situación inicial.....16
Materia seca.....16
Materia seca de los cultivos de cobertura.....17
Materia seca de rastrojos.....19
Materia seca de malezas.....21
Niveles de N-nitratos.....22

CONCLUSIONES 26

ANEXO 28

BIBLIOGRAFÍA 31

RESUMEN

En las últimas décadas, los sistemas agropecuarios extensivos de nuestra región sufrieron transformaciones en su estructura y función, generando un proceso de simplificación productiva, manifestándose en el componente suelo, particularmente en las regiones subhúmeda y semiárida, con pérdida de fertilidad química y física. En este contexto, existen diversas prácticas agroecológicas basadas en tecnologías de procesos que permiten atacar los problemas mencionados. Entre ellas puede citarse la utilización de cultivos de cobertura (CC).

En el ensayo, se trabajó con CC de centeno, vicia y la combinación de ambos, evaluándose el efecto de la fecha de quemado y de la fertilización nitrogenada (en centeno), sobre producción de biomasa, control de malezas y disponibilidad de N-nitratos a la siembra del maíz. El efecto de los diferentes tratamientos con CC fue comparado con un testigo bajo barbecho químico siempre limpio y otro sin control (enmalezado) hasta la fecha de siembra tardía de maíz (diciembre).

Los resultados permiten concluir que los CC de vicia + centeno y centeno fertilizado, ambos quemados en septiembre presentaron los mayores niveles de producción de biomasa. Por otra parte, todos los tratamientos con CC, mostraron un eficiente control de malezas hasta la fecha de siembra del cultivo estival. En cuanto a N-nitratos, al momento de la siembra del maíz, se puede observar que todos los tratamientos que contienen vicia y el barbecho limpio presentaron aumentos con respecto a la situación inicial, mientras que los tratamientos con centeno puro y el barbecho enmalezado presentaron una tendencia a la disminución de dicho parámetro.

Palabras claves: Cultivos de cobertura – Vicia – Centeno – Producción de biomasa – control de malezas – N-nitratos.

Key words: Cover crops – Vetch - Rye - Dry matter production - Weed control – N-nitrates.

INTRODUCCIÓN

En la región pampeana se ha intensificado el uso agrícola de los suelos, pasando de esquemas mixtos con 4-5 años de pasturas perennes seguido de 4-8 años de cultivos anuales a secuencias continuas de cereales y oleaginosas anuales (De Battista *et al.*, 1992 y Scianca, 2010). No solo se han registrado cambios en cuanto a la expansión de la superficie intensificada sino también en la productividad de los cultivos debido al mayor uso de tecnologías (Satorre, 2003), lo cual ha provocado escasa reposición del carbono y nutrientes al suelo (PNCER, 2009).

En las últimas décadas, los sistemas agropecuarios extensivos de nuestra región sufrieron transformaciones en su estructura y función, generando un proceso de simplificación productiva, que trajo como consecuencia la degradación del medio biofísico y una disminución general de los mecanismos de autorregulación. Varios procesos contribuyeron a esta simplificación: a) la agriculturización en general, b) la difusión de la siembra directa (SD), c) la incorporación de materiales transgénicos, d) el uso de insumos químicos y biotecnológicos y e) una orientación casi excluyente a la producción de granos que favorecieron la sojización.

Estas condiciones se manifiestan en el componente suelo, particularmente en las regiones subhúmedas y semiáridas a través de la compactación de los horizontes superficiales y sub-superficiales, procesos de erosión eólica e hídrica, la disminución de la fertilidad química, la reducción de la materia orgánica del suelo y el empobrecimiento de la micro y macro fauna edáfica (Stewart y Robinson, 1997 y Alessandria *et al.*, 2013). La uniformidad del monocultivo se refleja también en una menor diversidad biológica del suelo, disminuyendo los controles poblacionales de patógenos y plagas edáficas (Primavesi, 1984).

Existen diversas prácticas agroecológicas basadas en tecnologías de procesos (Altieri y Nicholls, 2000) que permiten atacar los problemas mencionados. Entre ellas puede citarse la utilización de cultivos de cobertura (CC) (Herrera, 1981). Esta práctica, consiste en sembrar un cultivo de ciclo invernal con el fin de generar cobertura entre dos cultivos de cosecha estival, favoreciendo positivamente los balances de carbono en los sistemas de agricultura continua (Unger y Vigil, 1998).

Los CC proporcionan una fuente adicional de cobertura viva y una cantidad importante de *mulch*, como también el "laboreo biológico" de sus raíces, que mejora la estructura, porosidad y estabilidad estructural de los agregados (Walker y Reuter, 1996). Asimismo los CC combinados de gramíneas y leguminosas contribuyen de diferente manera al aporte, reciclado y disponibilidad de nutrientes y, por otro lado, disminuyen la presencia de malezas (Zamar *et al.*, 2000), estimulan la diversidad y actividad de los microorganismos edáficos (Primavesi, 1984) y proveen alimento y refugio a insectos depredadores, parásitos y parasitoides.

Sin embargo, los resultados de incluir CC en la rotación frecuentemente resultan muy variables entre sitios (Unger y Vigil, 1998), dada la cantidad de factores involucrados (clima, suelo, manejo) y la fuerte interacción entre ellos durante el ciclo del CC y el barbecho posterior (Galantini, 2008).

En la elección de la especie utilizada como CC se deben considerar cuatro parámetros: a) la tasa de descomposición de residuos, b) la recarga de humedad del perfil, c) la rotación en la que se incluye el CC y d) la sincronización entre la mineralización de N acumulado en la biomasa de los CC con los requerimientos del siguiente cultivo programado.

En zonas templadas las especies más utilizadas como CC son fundamentalmente gramíneas y leguminosas. En general, en el momento de terminación o secado de los CC, las leguminosas tienen una relación C/N más baja que las gramíneas. Debido a esto, el residuo de las leguminosas se descompone más rápidamente aportando N inorgánico para el cultivo siguiente (Miguez *et al.*, 2009). Dentro de esta familia, las especies más utilizadas son vicias y tréboles.

La utilización de CC de leguminosas tiene como uno de sus principales objetivos cubrir parte del requerimiento de nitrógeno (N) de los cultivos estivales posteriormente sembrados. La mayoría de las leguminosas poseen una alta capacidad de acumular N en su biomasa aérea (Fageria *et al.*, 2005) quedando éste disponible para cultivos posteriores a partir de la descomposición de sus residuos (Ruffo y Bollero, 2003). De acuerdo a diferentes estudios, este efecto sobre la disponibilidad de N en el suelo es señalado como un beneficio de corto plazo (Kuo *et al.*, 1997). El contenido de N de los residuos de CC de leguminosas varía según la especie utilizada, su adaptación a condiciones específicas, tanto climáticas como edáficas, el N disponible en el suelo y el momento de supresión del crecimiento (Reeves, 1994).

Diversos autores señalan al género *Vicia* como el más indicado para utilizar como CC (Smith *et al.*, 1987) y dentro de este género destacan las especies *V. villosa, V. sativa, V. faba, V. benghalensis, V. dasycarpa* y *V. angustifolia* (Fageria *et al.*, 2005). No obstante, *Vicia villosa* (VV) y *Vicia sativa* (VS), son las que predominan en la utilización como cultivos de cobertura (Renzi, 2009). Tanto VV como VS, se cultivan en diversas regiones templadas del mundo, comportándose bajo esas condiciones como invierno-primaverales (Wheeler y Hill, 1957). Sin embargo en zonas más frías se las puede emplear como cultivos estivales, en siembras primaverales (USDA, 1962; Kandel *et al.*, 2000). Las funciones más importantes que ambas

especies cumplen como coberturas en sistemas de siembra directa, son: a) fijación de nitrógeno (N) atmosférico b) control de malezas invernales-estivales y c) mejoras en la eficiencia del uso del agua, en comparación con el barbecho convencional (Clark, 2007; Carfagno, 2008).

En ensayos llevados a cabo en la localidad de Marcos Juarez con el objetivo de comparar dos especies de vicia como antecesoras del cultivo de Maíz, Baigorria *et al.* (2011) reportaron que *Vicia villosa* presentó algunas ventajas sobre *Vicia sativa*, tales como mayor precocidad, resistencia al frío, producción de MS, aporte de N y menor consumo de agua.

La producción de MS y el contenido de N en el suelo en la fecha de secado tardío (90% de floración) fueron superiores respecto a la de las dos primeras fechas (10% y 50% de floración respectivamente). Este aumento se atribuye al rápido crecimiento de los CC de vicia en primavera, debido principalmente al aumento de temperatura (Clark *et al.*, 1995; Sainju *et al.*, 1998).

Entre las gramíneas se encuentran centeno, avena, cebada, trigo, triticale y rye grass, siendo el centeno la especie que más tolera el frío y el estrés hídrico y produce un abundante volumen de residuo que se descompone más lentamente que el de otras gramíneas de invierno.

En los últimos años se han establecido ensayos de CC con gramíneas en la región subhúmeda de la provincia de Buenos Aires y la región semiárida de la provincia de La Pampa para evaluar diferentes especies en cuanto a la producción de MS. En general el centeno presentó los mayores valores de producción en comparación con avena y rye grass (Fernandez *et al.*, 2012). De estos datos los autores concluyen que los CC pueden realizar un significativo aporte al balance de

nutrientes modificando algunos compartimentos del ciclo de los mismos y evitando pérdidas por lixiviación en suelos de texturas gruesas.

Según estudios realizados por Alvarez et. al., (2012) en diferentes sitios de las provincias de La Pampa, Buenos Aires y Mendoza, trabajando con diferentes momentos de secado del cultivo de centeno (Junio, Agosto y Septiembre), concluyeron que en fechas tardías se obtiene una mayor producción de materia seca, con una mayor relación C/N, haciendo que su tasa de descomposición sea más lenta, retrasando la disponibilidad de nutrientes para el cultivo siguiente. Además, fechas tardías de secado tienen un mayor costo hídrico, dejando al suelo con menor cantidad de agua útil para el cultivo sucesor.

A parte de la especie utilizada como CC y la fecha de quemado del mismo, otro factor que influye sobre la producción de biomasa y la tasa de descomposición de los residuos durante el barbecho y el desarrollo del cultivo posterior es la fertilización nitrogenada (Fernández *et al.*, 2010 y Arguello *et al.*, 2011). En este sentido, Alvarez *et al.*, (2012) concluyeron que la fertilización nitrogenada aumentó la cantidad de residuos y disminuyó su relación C/N.

Otro de los objetivos perseguidos al establecer CC es el relacionado a la dinámica del N en el suelo. En este sentido, Nyakatawa *et al.*, (2001) observaron un 23 a 82 % menos de nitratos en CC, que bajo barbecho desnudo. Similares resultados fueron obtenidos por Quiroga *et al.*, (1999) quienes trabajando sobre *Haplustoles enticos* determinaron entre 70 y 83% menos de nitratos bajo verdeo de invierno. Scianca et al, (2006) comprobaron sobre un *Argiudol típico* que no se hallaron diferencias en los contenidos de N al finalizar el ciclo de los CC, mientras que en un *Hapludol thapto argico* las diferencias fueron entre 36 y 41 $kg.ha^{-1}$ de N. Si bien estas diferencias

se acentúan cuando se retrasa la época de secado del CC, el efecto perjudicial de estos se da sobre el N disponible, pero no N total, al finalizar el ciclo.

Por otra parte, las pérdidas de N pueden ocurrir también durante la época del cultivo de cosecha (Tonitto *et al.*, 2006), por lo cual es importante el aporte durante el ciclo del mismo. Varios estudios confirman que los CC contribuyen a la disponibilidad de N para los cultivos de cosecha (Sainju *et al.*, 2006; Fernández et al, 2013). A través de la producción de materia seca (MS), los CC proveen de sustrato a los microorganismos que intervienen en el ciclo del N, toman N de nitratos 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). Este efecto puede resultar de suma importancia si consideramos que al incrementarse la proporción de residuos con menor relación C/N (leguminosas) puede resultar inferior 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).

Un beneficio más de los CC es que ejercen a través de su biomasa un control en la población de malezas al limitar su emergencia (Scianca *et al.*, 2006) por interferir en los recursos luz y temperatura (Teasdale, 1993) y modifican la diversidad de especies como así también la frecuencia de las mismas (Molher y Teasdale, 1993**;** Abdin *et al.*, 2000; Ruffo, 2003), lo cual reduce el uso de herbicidas. Diversos estudios indican que los residuos de CC de centeno y vicia provocan una disminución de alrededor de 80% de la población de malezas. 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).

De lo mencionado hasta aquí se desprende que la incorporación de CC dentro de las rotaciones podría ser una alternativa viable para mejorar la productividad y la sustentabilidad de nuestros sistemas de producción caracterizados por un clima templado semiárido con precipitaciones primavero-estivo-otoñales, y suelos de textura franco arenosa con limitada capacidad de retención de agua y bajos contenidos de MO.

El objetivo de este trabajo es estudiar los efectos del manejo de cultivos de cobertura de vicia y centeno sobre:

- Producción de biomasa de los CC
- Control de malezas
- Disponibilidad de N a la siembra del Maíz

HIPÓTESIS:

H_1: Los CC quemados en septiembre presentarían una mayor producción de MS que los quemados en agosto y en consecuencia un mejor control de malezas durante el período de barbecho.

H_2: El CC de centeno más vicia quemado en septiembre, lograría un mejor control de malezas, debido a la combinación del rápido crecimiento inicial de la gramínea y del mayor sombreo posterior de la leguminosa por ser una especie rastrera.

H_3: La disponibilidad de N sería mayor en CC de vicia quemados en septiembre, debido a una mayor fijación biológica en comparación a los quemados en agosto.

H_4: Los CC de centeno, fertilizados y quemados en agosto, presentarían una producción de MS similar a la de los no fertilizados y quemados en septiembre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio.

El ensayo se realizó en el campo de la Facultad de Agronomía de la UNLPam, ubicado 5 km al norte de la ciudad de Santa Rosa (LP) a una latitud de 36°32' sur y una longitud de 64°18' oeste, a una altitud de 213 m.s.n.m.

Desde el punto de vista climático el área de estudio se caracteriza por un clima templado con temperatura media anual de 15,5°C y medias para el mes más frio (julio) y el mes más cálido (enero) de 7°C y 24°C, respectivamente (INTA, 1980). El régimen hídrico, se caracteriza por precipitaciones medias anuales que rondan los 700 mm y se concentran principalmente en el semestre estival. La alta variabilidad interanual de las mismas es una de las principales características de las regiones áridas y semiáridas (Santanatoglia *et. al*, 2000). Dentro del régimen climático, las heladas constituyen, junto con la sequía, uno de los factores más importantes en su acción perjudicial sobre la vegetación (Santanatoglia *et. al*, 2000), principalmente, las otoñales y primaverales (heladas tempranas y tardías, respectivamente), debido a su variabilidad. En este sentido el período de ocurrencia de heladas se halla aproximadamente entre mediados de abril y mediados de octubre.

En el aspecto edáfico, el suelo es caracterizado como *Paleustol petrocálcico* de textura franco arenosa, con una profundidad a la tosca que oscila entre los 100 y 140 cm de profundidad. Posee régimen de humedad ústico y régimen de temperatura meso-térmico. Presenta una evolución genética con escasa diferenciación de horizontes y débil estructuración. Sus limitantes más

importantes son las climáticas (semiaridez), la costra calcárea, el drenaje algo excesivo, la baja capacidad de retención de agua y la susceptibilidad a la erosión (INTA, 1980).

Descripción del ensayo.

En el ensayo, se trabajó con CC de centeno, vicia y la combinación de ambos, evaluándose el efecto de la fecha de quemado (Agosto y Septiembre). A su vez, se estudió el efecto de la fertilización nitrogenada en los CC de centeno. Los resultados obtenidos fueron comparados con un testigo bajo barbecho químico (siempre limpio) y otro sin control (enmalezado) hasta la fecha de siembra tardía de maíz (diciembre).

Se utilizó un diseño en bloques completos con arreglo factorial en parcelas divididas, utilizando parcelas de 270 m^2 (9 m de ancho por 30 m de largo) con 4 repeticiones (bloque), como se presenta en la Figura 1 y 2.

Figura 1: Diseño del ensayo.

C				B		V		VC	
F		T		T		T		T	
A	S	A	S	L	E	A	S	A	S

C: centeno – V: vicia – VC: vicia más centeno – B: barbecho – F: fertilizado – T: testigo – A: agosto – S: septiembre – L: limpio – E: enmalezado.

Figura 2: Distribución de los distintos tratamientos.

CFA	VTA	BTL	CFS	VCTA	BTL	CTA	VTS	BTE	CTS	VCTS	BTE
CFS	VTS	BTL	CTA	VCTS	BTE	CTS	VTA	BTE	CFA	VCTA	BTL
CTA	VTA	BTE	CTS	VCTA	BTE	CFA	VTS	BTL	CFS	VCTS	BTL
CTS	VTS	BTE	CFA	VCTS	BTL	CFS	VTA	BTL	CTA	VCTA	BTE

Dimensiones totales:

Centeno: (4 unidades experimentales de 9 m * 30 m) * 4 repeticiones = 4320 m^2.

Vicia: (2 unidades experimentales de 9 m * 30 m) * 4 repeticiones = 2.160 m^2.

Vicia + centeno: (2 unidades experimentales de 9 m * 30 m) * 4 repeticiones = 2.160 m^2.

Barbecho: (4 unidades experimentales de 9m * 30m) * 4 repeticiones = 4.320 m^2.

Superficie total: 12.960 m^2.

Labores realizadas.

La siembra de los CC se realizó el 19 de marzo de 2015, utilizando una densidad de siembra de 70 $kg.ha^{-1}$ en centeno y 40 $kg.ha^{-1}$ en vicia. En el tratamiento combinado, las densidades fueron de 40 $Kg.ha^{-1}$ de centeno y 20 $kg.ha^{-1}$ de vicia.

Al momento de la siembra se realizó una fertilización fosforada con 50 $kg.ha^{-1}$ de superfosfato triple (0-46-0) para homogenizar los tratamientos y para que dicho elemento no fuera una fuente

de variación de los resultados obtenidos. También se llevó a cabo la fertilización nitrogenada de las parcelas correspondientes con 50 $kg.ha^{-1}$ de urea (grado técnico: 46-0-0).

Durante los meses de agosto y septiembre se llevó a cabo el quemado de los CC. En ambos se aplicó 3 $lt.ha^{-1}$ de Glifosato y 0.25 $lt.ha^{-1}$ de 2,4 D.

En cuanto a los barbechos químicos, uno de ellos se mantuvo siempre limpio desde la siembra de los CC hasta la siembra del cultivo de maíz, mientras que en el otro no se llevaron a cabo controles químicos hasta 15 días antes de la siembra del cultivo estival.

Se llevaron a cabo 4 muestreos, el primero a la siembra de los CC, para conocer la situación inicial del ensayo. El segundo y tercer muestreo (correspondientes a las fechas de quemados de agosto y septiembre) y el cuarto en el mes de diciembre, antes de la siembra del cultivo sucesor.

Determinaciones.

Al momento de la siembra se determinó:

- Profundidad del perfil.
- Textura en muestras extraídas de los primeros 20 cm de profundidad. Método de la pipeta de Robinson (Baver, 1956).
- Densidad aparente hasta profundidad de tosca.
- MS de rastrojos.
- N-Nitratos en muestras tomadas a 0-40, 40-80 y 80-120 cm de profundidad. Por extracción y colorimetría con ácido cromotrópico.

En las restantes fechas de muestreo se determinó:

- MS de CC, rastrojos y malezas. Se utilizaron aros de de $0.25m^2$. Las muestras se secaron en estufa de circulación forzada a 60ºC hasta peso constante y los resultados se transformaron a $kg.ha^{-1}$ de MS.
- N-Nitratos en muestras tomadas a 0-40, 40-80 y 80-120 cm de profundidad. Por extracción y colorimetría con ácido cromotrópico.

Se debe aclarar que en el muestreo correspondiente a diciembre, se consideró en conjunto la MS de CC y de rastrojos, ya que se hacía muy difícil discriminar entre los residuos aportados por dichos componentes.

Análisis estadístico.

El análisis estadístico de los datos relevados se realizó a través de un Análisis de la Varianza (ANOVA) donde se evaluó el efecto de los tratamientos en cada variable y, en aquellos que presentaron diferencias significativas, se utilizo el Test LSD de Fisher como método para la separación de medias. Todos los análisis estadísticos se elaboraron a partir del software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situación inicial.

El ensayo se llevó a cabo sobre un *Paleustol petrocálcico* de textura franco-arenosa (65% de arena, 23% de limo y 12% de arcilla), con una profundidad de aproximadamente entre 120 y 140 cm.

Se determinó cobertura de rastrojos (kg $MS.ha^{-1}$) y $N\text{-}NO_3^-$ (kg de $N\text{-}NO_3^-.ha^{-1}$) para evaluar la situación inicial. En la determinación de éste último se utilizó el valor densidad aparente (1,3 $g.cm^{-3}$), profundidad de muestreo (0-40 cm, 40-80 cm y 80-120 cm) y la superficie ($10.000m^2$) para transformar el resultado de PPM a $kg.ha^{-1}$. Se puede destacar que las dos variables presentaron un comportamiento homogéneo en toda la superficie del ensayo (aproximadamente 5000 Kg $MS.ha^{-1}$ y 75 Kg $N\text{-}NO_3^-.ha^{-1}$), lo cual permite afirmar que los mismos no son una fuente de variación entre los tratamientos.

Se debe aclarar que antes de la siembra del ensayo se había realizado un control químico a base de glifosato (3 $l.ha^{-1}$), por lo cual no había presencia de malezas.

Materia seca.

Las determinaciones de MS se llevaron a cabo en Agosto, Septiembre y Diciembre. En los dos primeros muestreos se separó MS de CC, rastrojos y malezas, mientras que en el último se consideró en conjunto la MS de CC y de rastrojo (MS total), debido a la dificultad de poder separar dichos componentes.

Materia seca de los cultivos de cobertura.

Para la primera fecha de muestreo, solo se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos que incluyen al centeno con respecto al de vicia pura, lo cual podría ser explicado por un lento crecimiento inicial de esta última. Por otra parte, si bien no se observaron diferencias significativas por efecto de la fertilización, se aprecia una leve tendencia en favor del CF (Tabla 1).

Tabla 1: Producción de MS de CC de los diferentes tratamientos para el muestreo de agosto.

Tratamiento	MS ($kg.ha^{-1}$)
CF	6370 a
VC	5242 ab
CT	5202 ab
V	3499 b
BTL	0
BTE	0

Letras distintas indican diferencias significativas (LSD, p<= 0,05).

Para la segunda fecha de muestreo los tratamientos CFS y VCTS presentaron una mayor producción de MS, aunque sin diferencias significativas con el resto de los tratamientos, a excepción de CTA y VTA (Anexo - Imágenes 1 a 3). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Capurro *et al.* (2012). Por otra parte se observa el efecto de la fecha de quemado y de la fertilización nitrogenada en el caso de los CC de centeno, coincidiendo con Arguello *et al.* (2011). También se debe destacar la escaza diferencia que presentaron los tratamientos CFA y CTS, lo cual permitiría concluir que con la fertilización nitrogenada se podría adelantar la fecha de quemado del CC y alargar el período de barbecho para acumular agua en el perfil ante una siembra temprana del cultivo estival (Tabla 2).

Tabla 2: Producción de MS de CC de los diferentes tratamientos para el muestreo de septiembre. Letras distintas indican diferencias significativas (LSD, p<= 0,05).

Tratamiento	MS ($kg.ha^{-1}$)
CFS	7890 a
VCTS	7397 a
CTS	6104 ab
CFA	5594 ab
VTS	5300 ab
VCTA	5252 ab
CTA	4010 bc
VTA	1695 c
BTE	0
BTL	0

En el Gráfico 1 se observa la evolución en los niveles de MS de los diferentes tratamientos. Se puede apreciar que todos los tratamientos quemados en septiembre mostraron un incremento en los niveles de MS entre las dos fechas de muestreo, mientras que los quemados en agosto disminuyeron por el efecto de los procesos de descomposición.

El CF, tuvo una mayor producción de MS que el CT, tanto en el muestreo de agosto como en el de septiembre. Resultados similares obtuvo Quiroga *et al.*, (2007). Además se puede ver que el residuo del CFA presentó una mayor caída en este parámetro con respecto a CTA (1114 kg $MS.ha^{-1}$ y 743 kg $MS.ha^{-1}$, respectivamente). Éste hecho podría ser explicado a por el mayor contenido de N del residuo, disminuyendo la relación C/N y consecuentemente, favoreciendo la actividad de los microorganismos. Por su parte, el tratamiento VTA, fue el que más disminuyó su nivel de MS entre muestreos, debido, posiblemente a una menor relación C/N (16:1) (Comunicación personal Ing. Agr. Diego Riestra – Resultados obtenidos de este ensayo a publicar en otro trabajo).

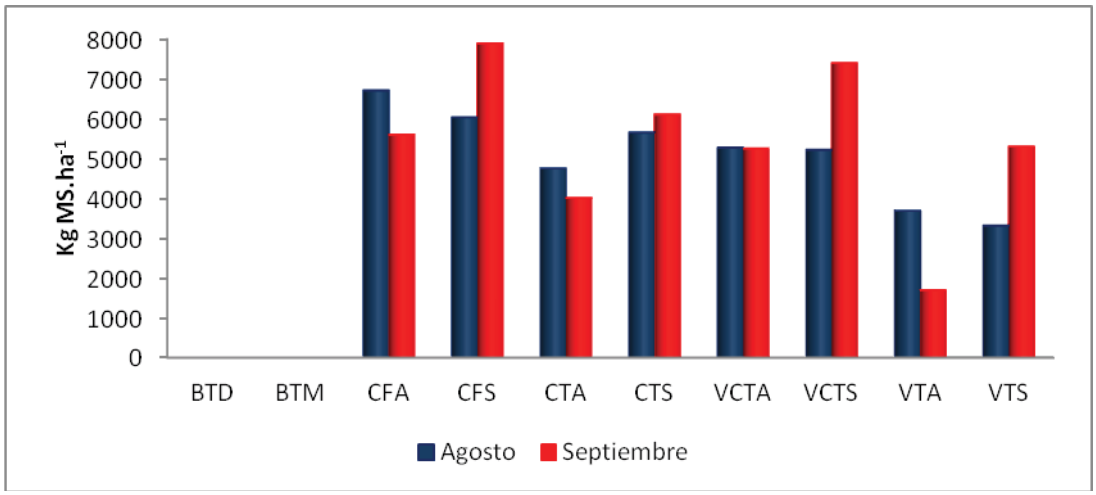

Gráfico 1: Producción de MS de los distintos tratamientos en las diferentes fechas de muestreo.

Materia seca de rastrojos.

Para la primera fecha de muestreo, los niveles de rastrojos no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos con CC (Tabla 3). Sin embargo, se hallaron diferencias estadísticamente significativas cuando se consideran los dos tratamientos bajo barbecho. En estos últimos, los niveles de rastrojos son muy superiores a los hallados bajo CC. Esto podría ser explicado porque los CC generan debajo de la canopia un ambiente con mayor nivel de humedad que favorecería los procesos de degradación microbiana, por lo cual se observa una disminución muy importante en los niveles de MS de rastrojos. Este efecto se observó claramente en el caso de los CC en base a vicia. Similares resultados halló Varela *et al.* (2012) reportando que rastrojos de soja bajo cultivos de cobertura se degradaron más rápidamente que cuando no había cobertura vegetal viva.

Tabla 3: MS de rastrojos de los distintos tratamientos para el muestreo de agosto.

Tratamiento	MS ($kg.ha^{-1}$) agosto
BTL	4459 a
BTE	4106 a
VC	2594 b
CT	1946 b
CF	1817 b
V	1647 b

Letras distintas indican diferencias significativas (LSD, p<= 0,05).

En el muestreo de septiembre, se puede observar que el tratamiento BTL mantuvo un alto valor de MS de rastrojos, mientras que el barbecho que permaneció enmalezado (BTE) y con niveles de malezas equivalente a los 2600 kg $MS.ha^{-1}$, presentó una reducción del nivel de rastrojos, lo que permite inferir que ocurrió un efecto similar al explicado en el caso de los CC sobre la descomposición de los residuos superficiales (Tabla 4). Por su parte, los tratamientos bajo CC no presentaron diferencias significativas entre sí.

Tabla 4: MS de rastrojos de los distintos tratamientos para el muestreo de septiembre.

Tratamiento	MS ($kg.ha^{-1}$) septiembre
BTL	4092 a
VTA	2965 b
CTA	2868 b
BTE	2866 b
CFS	2816 b
CFA	2802 b
CTS	2786 b
VCTS	2605 b
VTS	2247 b
VCTA	2043 b

Letras distintas indican diferencias significativas (LSD, p<= 0,05).

En cuanto al muestreo de diciembre, se debe aclarar que los valores de MS corresponden a la suma entre CC y rastrojos, debido a la dificultad que se presentó para poder separar dichos componentes (Tabla 5).

Se puede observar que el tratamiento VCTS, que siempre presentó uno de los mayores niveles de MS de CC, registró el valor más alto de cobertura total (10909 kg.ha^{-1} de MS total), aunque sin diferenciarse de CFS y CFA (9192 y 8544 kg.ha^{-1} de MS total, respectivamente). Por su parte, los tratamientos bajo barbecho, presentaron valores muy inferiores, del orden de los 3353 y 2791 kg.ha^{-1} de MS total para BTL y BTE, respectivamente. Esto permite inferir que los CC permitirían lograr un balance positivo en el aporte de residuos y consecuentemente de MO, mientras que los barbechos, presentaron valores de cobertura vegetal menores a los registrados al iniciar el ensayo. En este sentido, Rimski-Korzakov (2016) en una revisión de trabajos llevados a cabo en la región pampeana, observó que en el 97% de los trabajos analizados, se registraron balances positivos de MO en suelos bajo CC debido a los aportes de MS de los mismos.

Tabla 5: MS total (CC + rastrojos) de los distintos tratamientos para el muestreo de diciembre.

Tratamiento	MS (kg.ha^{-1})diciembre
VCTS	10909 a
CFS	9192 ab
CFA	8544 ab
VTS	8332 bc
VCTA	8292 bc
CTS	8042 bc
CTA	6035 cd
VTA	4338 de
BTL	3353 e
BTE	2791 e

Letras distintas indican diferencias significativas (LSD, p<= 0,05).

Materia seca de malezas.

De los resultados presentados en la Tabla 6, se puede apreciar que el único tratamiento que siempre estuvo enmalezado fue el barbecho que permaneció durante todo el período de ensayo sin control químico. Esto nos permite concluir que los tratamientos con CC ejercieron un control eficiente de malezas hasta el momento de la siembra del cultivo estival, lo cual permitió

prescindir del uso de agroquímicos para el control de esta adversidad. En este sentido, Sobrero *et al.* (2012) reportó resultados similares trabajando en cultivos de Algodón. Por su parte, el tratamiento BTL no presentó malezas debido a los controles que se fueron realizando a lo largo del ensayo con el objetivo de mantener el suelo libre de malezas que consumieran agua (Anexo Imágenes 4 a 9).

Tabla 6: MS de malezas de los diferentes tratamientos para los muestreos de agosto, septiembre y diciembre.

Tratamiento	MS ($kg.ha^{-1}$) agosto	MS ($kg.ha^{-1}$) septiembre	MS ($kg.ha^{-1}$) diciembre
BTE	1507	2607	2478
BTL	0	0	0
CTA	0	0	0
CTF	0	0	0
CFA	0	0	0
CFS	0	0	0
VTA	0	0	0
VTS	0	0	0
VCTA	0	0	0
VCTS	0	0	0

Niveles de N-nitratos.

Los resultados obtenidos están expresados en $kg.ha^{-1}$ de N contenidos en los 120 cm del perfil. Los valores de este parámetro correspondientes a las diferentes fechas de muestreo se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7: Niveles de N-nitratos de los diferentes tratamientos para los muestreos de marzo, agosto, septiembre y diciembre.

Tratamiento	Marzo	Agosto	Septiembre	Diciembre
CTA	75	60 d	-	62 bc
CFA	75	85 a	-	65 bc
CTS	75	-	44 b	47 cd
CFS	75	-	54 b	50 cd
VTA	75	75 abc	-	82 ab
VTS	75	-	82 a	98 a
VCTA	75	71 bc	-	79 ab
VCTS	75	-	77 a	90 a
BTL	75	80 ab	89 a	94 a
BTE	75	66 cd	52 b	35 d

Letras distintas indican diferencias significativas (LSD, p<= 0,05).

Al inicio del ensayo se llevó a cabo el muestreo para cuantificar el nivel de este nutriente en el suelo. El valor promedio fue de aproximadamente 75 $kg.ha^{-1}$ de N-nitratos con valores extremos de 70 a 79 $kg.ha^{-1}$. Esto permite concluir que el lote del ensayo presentó homogeneidad en este parámetro, por lo cual no sería una fuente de variación de los resultados obtenidos.

Cabe aclarar que ante la gran cantidad de muestras a procesar, en los meses de agosto y septiembre solo se llevaron a cabo los análisis correspondientes a los tratamientos en los que se cortaba el ciclo del cultivo del CC y los barbechos.

En el muestreo de Agosto se puede observar que los tratamientos de vicia, ya sea sola o combinada, tendieron a mantener los niveles de N registrados en marzo, lo cual podría ser explicado por los efectos de la capacidad de fijación biológica que tiene la leguminosa, concordando con lo hallado por Rimski-Korsakov (2016).

Los tratamientos BTL y CFA, mostraron un ligero aumento en este parámetro. El tratamiento BTL, al no presentar extracción de nutrientes y aportar a partir de procesos de descomposición y

mineralización, logró un leve aumento en los niveles de N en el perfil. Por su parte, el aumento en los niveles de N en el perfil en CFA se debe al aporte de dicho mineral a través de la fertilización al momento del inicio del ensayo.

El tratamiento BTE y CTA, fueron los más extractivos, presentando los menores valores de N en el perfil, aunque el BTE, no presentó diferencias significativas con los tratamientos de vicia. Los bajos niveles de N presentes en BTE y CTA, se deben a la extracción por parte de las malezas en el primero y del CC para la producción de biomasa en el segundo.

En el muestreo de septiembre los tratamientos BTL, VTS y VCTS, presentaron los mayores niveles de N en el suelo, aunque sin presentar diferencias significativas entre sí. No obstante, BTL presentó el mayor valor de este parámetro, debido a la misma razón que en el muestreo anterior. Por su parte, VCTS, que presentó el menor contenido de N, podría deberse al consumo de este nutriente por parte del centeno, lo que genera diferencia con respecto a VTS que mostró niveles intermedios.

Por otra parte, CFS, CTS y BTE, registraron los menores niveles de N, sin presentar diferencias significativas entre ellos, coincidiendo con Fernández *et al.* (2012). La diferencia observada entre los tratamientos con centeno podría ser explicada por el efecto de la fertilización, aunque dicha diferencia es menor que la registrada para el muestreo anterior.

En el muestreo correspondiente al mes de diciembre, se puede observar que todos los tratamientos que contienen vicia y BTL presentaron aumentos en los niveles de N con respecto a la situación inicial, mientras que los tratamientos con centeno puro y BTE presentaron una tendencia a la disminución de dicho parámetro. En este sentido, VTS y BTL mostraron los

mayores contenidos de N (98 y 94 $kg.ha^{-1}$, respectivamente) y BTE el menor (35 $kg.ha^{-1}$). Por su parte, el tratamiento CTS fue el que presento el menor valor de este parámetro dentro de los tratamientos con CC (47 $kg.ha^{-1}$).

Todos los tratamientos con vicia y que fueron secados en septiembre, al momento de la siembra del cultivo estival presentaron los mayores valores de N en el perfil contrastando con los valores obtenidos con los CC sin vicia (CTA, CTS, CFA, CFS), los cuales se presentaron menor cantidad de N. Similares datos fueron obtenidos por Rimski-Korsakov, (2016). Ésta diferencia se puede asociar al aporte de N mediante la fijación biológica que aportó la leguminosa y a la creciente extracción de nitratos por parte de la gramínea. Otro aspecto a tener en cuenta es que luego de ser quemados los CC, los tratamientos que incluyen vicia, sufren una mayor mineralización debido a la menor relación C/N que presenta el residuo.

CONCLUSIONES

Los diferentes tratamientos de CC generaron influencia sobre los niveles de producción de MS debido al efecto de la especie, la fertilización y la fecha de quemado de los mismos. Si bien la fertilización nitrogenada (en el caso de centeno) y la fecha de quemado tardía generaron aumentos en producción de MS, todos los tratamientos mostraron un eficiente control de malezas hasta el momento de la siembra del cultivo estival.

Si se considera la producción de MS del CC y sumada al rastrojo presente al momento de la siembra del cultivo estival (MS total), se puede concluir que todos los tratamientos con CC a excepción de VTA, presentaron balances positivos con respecto a la situación inicial, mientras que en el suelo bajo barbecho químico dicho balance sería negativo.

En cuanto al aporte de N al sistema, cabe destacar que los tratamientos con vicia (pura o combinada con centeno), lograron aumentar los niveles de N-nitratos registrados al inicio del ensayo, sobre todo los tratamientos quemados en septiembre, mientras que los CC con centeno generaron disminuciones en dicho parámetro.

Por otra parte, El CFA logró similar cantidad de biomasa que el CTS, al momento del quemado, lo que permite concluir que se puede adelantar la fecha de quemado del mismo y así comenzar antes con el período de barbecho para el cultivo estival.

Otro aspecto a considerar es el efecto del CC sobre la velocidad de descomposición del rastrojo del cultivo antecesor, ya que bajo cobertura vegetal pareciera generarse un ambiente muy propicio para la degradación de dicho rastrojo, hecho que no ocurre en suelos con barbechos a los

que se los mantiene limpios durante todo el período de descanso del suelo. Por esto se considera que el tema debería ser abordado con mayor detalle en trabajos futuros.

Todo lo mencionado, lleva a concluir que los cultivos de cobertura y sus variantes de manejo representan una herramienta viable para nuestra región como alternativa para mantener y/o aumentar los niveles de N-nitratos en el suelo a partir del uso de leguminosas. A su vez, el aporte de materia seca, permite, no solo un eficiente control de malezas y en consecuencia una disminución en el uso de herbicidas, sino también lograr balances positivos de cobertura vegetal que aportará a la fertilidad y sustentabilidad del sistema suelo en particular y del agroecosistema en general.

ANEXO

Imagen 1: Centeno (Septiembre).

Imagen 2: Vicia (Septiembre).

Imagen 3: Vicia + Centeno (Septiembre).

Imagen 4: Centeno quemado en septiembre (Septiembre)

Imagen 5: Centeno quemado en septiembre (Diciembre)

Imagen 6: Vicia quemada en agosto (Agosto)

Imagen 7: Barbecho limpio, Vicia quemada en agosto y Centeno quemado en agosto (Diciembre)

Imagen 8: Barbecho enmalezado (Agosto).

Imagen 9: Barbecho limpio (Septiembre)

BIBLIOGRAFÍA

Abdin, O., X. Zhou, D. Cloutier, D. Coulman, M. Faris, y D. Smith. 2000. Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (Zea mays). European Journal of Agronomy, 12:93-102.

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.

Alessandria E., M. Arborno, H. Leguia, L. Pietrarelli, J. Sanchez y J. Zamar. 2013. Introducción de cultivos cobertura en agroecosistemas extensivos de la región central de Córdoba. En C. Alvarez, A. Quiroga, D. Santos, & M. Bodrero. (eds.) Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de os sistemas de producción. EEA INTA Anguil, La Pampa. pp. 128-137

Altieri, M. y C. Nicholls. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable (Texto contextualizado en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

Alvarez, C., A. Quiroga, D Santos, M. Bodrero. 2012. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA. Primera edición. 196 pp.

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.

Baigorria, T., D. Gómez, C. Cazorla, A. Lardone, M. Bojanich, B. Aimetta, A. Bertolla, M. Cagliero, D. Vilches, D. Rinaudo, y A. Canale. 2011. Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. EEA Marcos Juárez. Informe de actualización técnica N°19:15-24.

Baver, L.D. 1956. Soil Physics. 3rd edition. Wiley. London, U.K.

Capurro J., M. J. Dickie, J. Surjack, J. Monti, D. Ninfi, A. Zazzarini, E. Tosi, J. Andriani y M. C. Gonzalez. 2012. Cultivos de cobertura en el sur de la provincia de Santa Fé. Ediciones INTA. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Pp. 92-104.

Carfagno, P. 2008. Cultivos de Cobertura en Agricultura de Secano en Región Pampeana. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Instituto de suelos INTA Castelar.

Clark, A., A. Decker, J. Meisinger, F. Mulford y M. McIntosh. 1995. Hairy vetch kill date effects on soil water and corn production. Agron. J. 87:579-585.

Clark, A. (ed.) 2007. Managing cover crops profitably. 3rd ed. National SARE Outreach Handbook Series Book 9. National Agricultural Laboratory, Beltsville, MD.

De Battista J., A. Andriulo y C. Pecorari. 1992. El perfil cultural: un método para la evaluación de sistemas de cultivo. Ciencia del Suelo 10-11, 89-93.

Di Rienzo, J., F. Cazanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada y C. Robledo. 2009. InfoStat Versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Fageria, N., V. Baligar y B. Bailey. 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. Communications in Soil Science and Plant Analysis 36:2733-2757.

Fernández, R., J. Saks, J. Arguello, A. Quiroga y E. Noellemeyer. 2010. Cultivo de cobertura, ¿una alternativa viable para la Región Semiárida Pampeana? Reunión Técnica SUCS -ISTRO, Colonia, Uruguay, 11:1-6.

Fernández, R., M. Saks, M. Uhaldegaray, A. Quiroga y E. Noellemeyer. 2013. Estudio de la contribución de nitrógeno por parte de los cultivos de cobertura al cultivo de maíz. IPNI. IAH 9:12-16.

Fernández, R., A. Quiroga, E. Noellemeyer, M. Saks, F. Arenas y C. Antonini. 2012. Inclusión de cultivos de cobertura en sistemas de producción de la Región Semiárida Pampeana. Manual de fertilidad y evaluación de suelos. EEA INTA Anguil, Publicación técnica N°89: 55-65.

Galantini J. 2008. Cereales de invierno como cultivo de cobertura: su contribución al balance de carbono. En VII Congreso Nacional de trigo, V Simposio Nacional de Cereales de siembra otoño-invernal, I Encuentro del MERCOSUR. Santa Rosa (La Pampa), 2 al 4 de julio de 2008. INTA – Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa.

Herrera, A. 1981. The generation of technologies in rural areas. World Development, 9:21-35.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Provincia de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa. 1980. Inventario Integrado de los recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación. 493 pág.

Kandel, H., B. Johnson y A. Schneiter. 2000. Hard red spring wheat response following the intercropping of legumes into sunflower. Crop Science 40: 731–736.

Kuo, S., U. Sainju y E. Jellum. 1997. Winter cover cropping influence on nitrogen in soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 61:1392-1399.

Miguez, F., M. Villamil, S. Crandall, M. Ruffo y G. Bollero. 2009. Los efectos de los cultivos de cobertura sobre los rendimientos de maíz. Simposio Fertilidad 2009. IPNI.

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, C. y J. Teasdale. 1993. Response of weed emergence to rate of Vicia villosa Roth and secale cereale L. residue. Weed Res. 33:487-499.

Nyakatawa, E., K. Reddya y K. Sistani. 2001. Tillage, cover cropp.ing, and poultry litter effects on selected soil chemical properties. Soil. Till. Res. 58: 69-79.

PNCER 022411. 2009. Proyecto Específico INTA: Rotaciones, labranzas y otras estrategias de manejo de suelos y de cultivos para aumentar los rendimientos agrícolas en un marco de bajo impacto ambiental. Programa Nacional Cereales.

Primavesi, A. 1984. Manejo Ecológico del Suelo: La Agricultura en Regiones Tropicales. Quinta Edición. Editorial El Ateneo.

Quiroga, A., O. Ormeño, A. Bono, N. Rodríguez, J. Montoya y F. Babinec. 1999. Aspectos del manejo de suelo y productividad del girasol en la región semiárida pampeana. Bol. Tec. Nº 63 EEA Anguil.

Quiroga, A., P. Carfagno , M. J. Eiza, R. Michelena. 2007. Inclusión de Cultivos de Cobertura bajo Agricultura de Secano en la Región Semiárida Pampeana. Jornadas de Cultivos de Cobertura – 28 y 29 de Septiembre de 2007 General Villegas y General Pico.

Reeves, D. 1994. Cover crops and rotations. P 125-172. En Hatfield, J. y B. Stewart (Eds.) Crops residue management. CRC Press, Boca Raton, FL.

Renzi, J. 2009. Efecto de la estructura del cultivo y el grado de madurez a cosecha sobre el rendimiento y calidad de semillas de Vicia villosa L y sativa Roth. , bajo riego. Tesis de magíster en ciencias agrarias, departamento de agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Rimski-Korsakov, H., C. Álvarez y R. Lavado. 2016. Cultivos de cobertura invernales en la región pampeana argentina. IPNI. IAH 21: 2-6.

Ruffo, M. y G. Bollero. 2003. Modelling rye and hairy vetch residue decomposition as a function of degree-days and decomposition-days. Agron. J. 95:900-907.

Ruffo, M. 2003. Factibilidad de inclusión de cultivos de cobertura en Argentina. Actas XI Congreso de AAPRESID: 171-176.

Sainju, U., W. Whitehead, B. Singh y S. Wang. 2006. Tillage, cover crops, and nitrogen fertilization effects on soil nitrogen and cotton and sorghum yields. European Journal of Agronomy, 25(4), 372-382. doi:10.1016/j.eja.2006.07.005.

Sainju, U., B. Singh y W. Whitehead. 1998. Cover crop root distribution and its effects on soil nitrogen cycling. Agron. J. 90:511-518.

Santanatoglia, O. 2000. Manual de prácticas conservacionistas para la subregión semiárida pampeana. Editorial FAUBA. 129 pág.

Satorre, E. 2003. Las posibilidades ambientales y tecnológicas de la pradera pampeana para la producción de granos. En: Bolsa de Cereales de Buenos Aires (ed.). Las ciento y Una «Hacia los 100 millones de toneladas de granos y la exportación de 1 millón de toneladas de carne». Pp 37-37.

Scianca, C. 2010. Cultivo de cobertura en Molisoles de la región pampera: Aporte de carbono e influencia sobre propiedades edáficas y dinámica de malezas. Tesis Magíster en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 80 Pág.

Scianca, C., C. Álvarez, M. Barraco, A. Pérez y A. Quiroga. 2006. Cultivos de cobertura en sistemas orgánicos. Aporte de carbono y dinámica de malezas. Actas del XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (En CD).

Smith, M., W. Frye y J. Varco. 1987. Legume Winter cover crops. Adv. Soil Sci. 7:95-139.

Sobrero M. T., S. Chaila, M. V. Parra, D. Trejo y W. Feil. 2012. Empleo de coberturas para el control de malezas en el cultivo de algodón. Ediciones INTA. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Pp. 170-171.

Stewart, B. y C. Robinson. 1997. Are agroecosystems sustainable in semiarid regions? Advances in Agronomy 60:191-228.

Teasdale, J. R. 1993. Interaction of light, soil moisture, and temperature with weed suppression by hairy vetch residue.Weed Science 41:46-51.

Tisdale, S. 1991. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. México, Editorial Limusa.

Tonitto, C., M. David y L. Drinkwater. 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. Agriculture, Ecosystems y Environment, 112(1):58-72.

Unger, P. y M. Vigil. 1998. Cover crop effects on soil water relationships. Soil and Water Cons. 53: 200-207.

USDA. 1962. Seeds. Ed. Continental, S.A. 1962. p 766-769, 330-334, 446-448.

Varela, F., C. Scianca, M. Taboada y G. Rubio. 2012. Los cultivos de cobertura aceleran la descomposición de rastrojos de soja. Actas XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, desarrollado en Mar del Plata del 16 al 20 de abril de 2012.

Walker. J. y J. Reuter (Eds). 1996. Indicators of catchments health: a technical perspective CSIRO. Melbourne.

Wheeler, W. y D. Hill. 1957. Southern grasses. P. 544-561. In grassland seeds. D. Van nostrand company, inc. Princeton, New Jersey.

Zamar, J., E. Alessandria, A. Barchuk y S. Luque. 2000. "Emergencia de plántulas de malezas bajo cubierta de diferentes rastrojos de cultivo".Agriscientia. Vol. XVII:59-64.

Zotarelli, L., L. Avila, J. Scholberg y B. Alves. 2009. Benefits of Vetch and Rye Cover Crops to Sweet Corn under No-Tillage. Agronomy Journal 101: 252-260.