

Revista MDA

CONOCIMIENTO PARA PRODUCIR MEJOR

ISSN edición impresa 2718- 6652
ISSN en línea 2718- 6660
Junio 2024
La Plata, Argentina

Vol. 5 Nro. 1

TEMA DE DEBATE EN ESTE NÚMERO

CULTIVOS DE INVIERNO: SOSTENIBILIDAD, CALIDAD Y AGREGADO DE VALOR

ARTÍCULOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS

Uso de promotores de crecimiento y bioestimulantes en el cultivo de trigo

El uso de vicia como cultivo de servicio y aprovechamiento forrajero

Evaluación de verdeos invernales y su aptitud silera en un ambiente semiárido

Revista MDA

Publicación del Ministerio
de Desarrollo Agrario
Provincia de Buenos Aires

ISSN edición impresa 2718- 6652
ISSN en línea 2718- 6660
Vol. 5, N.º 1, junio 2024
La Plata, Argentina

INSTITUCIÓN EDITORA

Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA)
del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

Impreso en Imprentas del Estado Bonaerense.

Periodicidad trimestral

SEDE EDITORIAL

Av. 51, esquina 12. Torre Gubernamental 1, piso 5to.
Ciudad de La Plata. Provincia de Buenos Aires.
Tel. (0221) 429 – 5341
ediciones.mda@gmail.com
https://www.gba.gob.ar/desarrollo_agrario

Autoridades

GOBERNADOR

Dr. Axel KICILLOF

MINISTRO

Dr. Javier RODRÍGUEZ

Jefe de Gabinete

Abg. Viviana DI MARZIO

Subsecretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca

Lic. Carla SEAIN

Subsecretario de Desarrollo Agrario y Calidad Alimentaria

Lic. Cristian AMARILLA

Subsecretario Técnico, Administrativo y Legal

Abg. Leonardo LAGUNA

Staff Revista

Comité Editorial

PRESIDENTE

Javier Rodríguez

VOCALES

Cristian Amarilla

Carla Seain

Viviana Di Marzio

Merino Soto Sainz

Javier Cernadas

Pablo Menéndez Portela

Pablo Elián Carrasco

Comité Asesor Científico - Técnico

Natalia Carrasco

Eduardo Lacentre

Alejandro Giaquinta

Julio Hollmann

Ariel Melin

Matías Bailleres

Inti Ganganelli

María De Estrada

Juan Manuel Zeberio

Aylin Gollo

Emiliano Pérez

Franco Zabala

Valeria Cataldi

Juan Percaz

Juan Francisco Almada

Equipo Editorial

DIRECTOR

Emiliano Cucciuffo

EDITORA GENERAL

Ayelen Perrone

EDITORES ASOCIADOS

Cristian Amarilla

Pablo Elián Carrasco

SECRETARIA EDITORIAL

Rocío Godoy

ASISTENTES EDITORIALES

Gustavo Ciuffo

Victoria Lucesoli

DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL

Jessica Agudo

La Revista MDA es una publicación electrónica trimestral perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Presenta una sección destinada a propiciar debates de temas de interés para el desarrollo agrario, con foco en sus aspectos sociales, económicos, políticos y culturales. Publica artículos técnicos y científicos de profesionales que integran las Chacras Experimentales y de otras instituciones que conforman el sistema científico y tecnológico provincial y nacional.

Lo expresado por autores, corresponsales o columnistas no necesariamente reflejan el pensamiento del Comité Editorial, de la revista o de su institución editora.

TEMA DE DEBATE

EDITORIAL

4

Editorial

POR DR. JAVIER RODRÍGUEZ

NOTAS

7

Actualidad, desafíos y agregado de valor en el cultivo de trigo

POR MARIANO PINEDO, CARLA SEAIN Y JOAQUÍN SERRANO

13

Políticas de innovación y diversificación productiva en cultivos de invierno

POR RAÚL AMADO CATTANEO, EMILIANO CUCCIUFO Y CRISTIAN AMARILLA

21

Brasicáceas, una alternativa para la rotación de cultivos invernales

POR MARIANO CICCHINO, FEDERICO GARELLO, MICAELA STIEBEN, JUAN EZQUIAGA, MATÍAS BAILLERES Y FRANCO ROSSI

26

Trigos antiguos y nichos de mercado diferenciado

POR FRANCISCO DI PANE, LETICIA MIR, PAULA ORMANDO Y ELENA MOLFESE

30

Mejoramiento genético vegetal de cereales de invierno

POR LEANDRO ORTIZ Y ALEJANDRO MASAGUÉ

33

Legumbres: de Argentina al mundo

POR DARIO MARINOZZI

37

Importancia de la cadena triguera en la economía provincial y nacional

POR MARTÍN BISCAISAQUE; ALICIA RUPPEL; ESMERALDA GORRITTI

ARTÍCULOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS

43

Uso de promotores de crecimiento y bioestimulantes en el cultivo de trigo

MOUSEGNE, F.; JECKE, F.; FERRRARIS, G.; BIANCO, G.

52

El uso de vicia como cultivo de servicio y aprovechamiento forrajero

LLORENS, M. C.; RENZI PUGNI, J. P.

59

Evaluación de verdes invernales y su aptitud silera en un ambiente semiárido

BRAVO, R.D.; SARD, JUAN I.; MATONE, L.; CERDÁ, C.; MENGHINI, M.; MARTÍNEZ, M.F.

64

Ensayos comparativos de rendimiento de trigo pan

BENAVIDEZ, C.; LLORENS, M. C.

76

Cultivos de servicio invernales: impacto en la dinámica hídrica y cultivos posteriores en el sudoeste bonaerense

DUVAL, M.E.; DE LUCIA, M.; RODRÍGUEZ, E.; BOUZA, M.; RODRÍGUEZ, L.

81

Ensayo regional de trigo candeal en el sudoeste bonaerense

RUSSI, D.

91

Monitoreo de la calidad del suelo en un campo de Copetonas, partido de Tres Arroyos: efecto de los cultivos de cobertura

ZAMORA, M.; MANSO, L.; CARO, R.; CROCE, D.

RESEÑAS

97

Chacra Experimental Integrada Barrow: referencia histórica en el mejoramiento y manejo de cereales de invierno

POR NATALIA CARRASCO; EMILIANO SOFÍA; LILIANA WEHRHAHNE ;FRANCISCO DI PANE

Cultivos de servicio invernales: impacto en la dinámica hídrica y cultivos posteriores en el sudoeste bonaerense*

DUVAL, M.E.^{1,2}; DE LUCIA, M.¹; RODRÍGUEZ, E.¹; BOUZA, M.¹; RODRÍGUEZ, L.¹

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la factibilidad de incluir cultivos de servicio (CS) en sistemas agropecuarios del sudoeste bonaerense, durante cuatro años se evaluaron distintas especies como CS. Las especies utilizadas fueron: centeno (C), avena (A), vicia (V), sus consociaciones (C+V y A+V) y un testigo (barbecho) sin CS. Se evaluó producción de materia seca (MS), uso consuntivo (UC), eficiencia de uso del agua (EUA) y costo hídrico (CH). El promedio general de MS fue de 3683 kg ha⁻¹, destacándose centeno puro y consociado, los cuales superaron los 4400 kg ha⁻¹. La EUA promedio fue de 21 kg MS ha⁻¹ mm⁻¹, destacándose C con 27 kg MS ha⁻¹ mm⁻¹, con valores entre 10 y 50 kg MS ha⁻¹ mm⁻¹ dependiendo del año. El resto de las gramíneas puras o consociadas tuvo una EUA entre 20 y 25 kg MS ha⁻¹ mm⁻¹, mientras que V presentó una EUA promedio de 10 kg MS ha⁻¹ mm⁻¹, siendo significativamente inferior al resto de los CS para la mayoría de los años. El CH promedio fue de 42 mm, con un máximo de 71 mm y un mínimo de 13 mm. Teniendo en cuenta la información generada en este trabajo, en años con precipitaciones inferiores a la media histórica, la inclusión de CS en el sudoeste bonaerense es una práctica que permitiría intensificar los planteos productivos incrementando los aportes de carbono y cobertura al suelo sin un CH que ponga en riesgo el cultivo posterior. Además, el barbecho largo tradicional presentó una eficiencia entre el 6 y 42%, poniendo de manifiesto la ineficiencia de dicha práctica para retener agua durante el invierno.

Palabras Clave: centeno, vicia, uso del agua.

¹ Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. San Andrés 612, B8001 Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires.

² Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS-CONICET). Camino de la Carrindanga Km 7 km. 7, B8000 Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires.

*El mencionado trabajo ha sido previamente publicado y resulta una revisión con sus agregados y novedades.

ABSTRACT

With the objective to assess the feasibility of integrating cover crops (CC) into agricultural systems in the southwestern Buenos Aires region, various CC species were evaluated over a four-year period. The species used were rye (R), oats (O), vetch (V), their associations (R+V and O+V), and a control (fallow) without CC. Dry matter production (DM), consumptive water use (CWU), water use efficiency (WUE), and water cost (WC) were evaluated. The average DM across all CC treatments was 3683 kg ha⁻¹, notably exceeding 4400 kg ha⁻¹ for both R and R+V. The average WUE was 21 kg DM ha⁻¹ mm⁻¹, with R notably excelling at 27 kg DM ha⁻¹ mm⁻¹. However, this varied considerably, ranging from 10 to 50 kg DM ha⁻¹ mm⁻¹ depending on the year. Oat and consociations (O+V and R+V) had a WUE ranging between 20 and 25 kg DM ha⁻¹ mm⁻¹, whereas V exhibited an average WUE of 10 kg DM ha⁻¹ mm⁻¹, significantly lower than the rest of the CC in most years. The average WC of including CC was 42 mm compared to control, with a maximum of 71 mm and a minimum of 13 mm. Taking into account the information generated in this study, in years with precipitation below historical averages, the inclusion of CC in the southwestern Buenos Aires region is a practice that would allow intensifying production systems by increasing carbon and soil cover inputs without posing a risk to subsequent crops. Additionally, long fallow periods showed an efficiency ranging from 6 to 42%, highlighting the inefficiency of this practice in retaining water during winter.

Keywords: rye, vetch, water use.

INTRODUCCIÓN

Los actuales sistemas agrícolas de la región pampeana presentan una escasa reposición del carbono y nutrientes al suelo (Sainz Rozas *et al.*, 2019). El sudoeste bonaerense (SOB) semiárido no escapó a estos cambios y, por su vulnerabilidad ecosistémica, presenta un desafío importante a la hora de mantener la sustentabilidad de dichos sistemas (De Leo *et al.*, 2020). En el SOB, los cereales de invierno predominan en las secuencias agrícolas y, en los últimos años, ha aumentado la participación del maíz de baja densidad con el objetivo de diversificar la producción, cortar el ciclo de algunas malezas problemáticas y mejorar la rentabilidad de la empresa agropecuaria. Estos sistemas se caracterizan por largos períodos de barbecho otoño-invernal, generando una subutilización de recursos agua, luz y nutrientes. A su vez, durante el período de barbecho se producen las mayores pérdidas de agua por evaporación, siendo una práctica poco eficiente para conservar el agua en regiones semiáridas. En este escenario, la inclusión de cultivos de servicio (CS) durante parte del período de barbecho sería una alternativa agronómica viable que colaboraría a mejorar el aprovechamiento del agua y aumentar los aportes de carbono.

Los CS, cuyo objetivo es mejorar aspectos del suelo o los cultivos que se realizan en la rotación con fines productivos (Duval *et al.*, 2015), también pueden reducir la cantidad de agua almacenada en el suelo respecto al barbecho pudiendo afectar negativamente el rendimiento del cultivo de cosecha (Unger & Vigil, 1998). Esa disminución del contenido de agua del suelo se conoce como costo hídrico (CH). La decisión de finalizar los CS debe adaptarse a dos premisas fundamentales; (i) lograr una acumulación de biomasa que garantice cobertura y aporte de carbono y, (ii) ajustarse a las precipitaciones de la región con la finalidad de garantizar la recarga del perfil. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la posibilidad de incluir CS a través del análisis de la dinámica hídrica en el suelo y la producción de materia seca de los CS durante un período de cuatro años (2019 a 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en un lote del Campo Experimental Napostá (convenio UNS y MDA-PBA). Las lluvias le otorgan a la región un carácter subhúmedo o de transición, con un valor medio anual de precipi-

taciones de 562 mm (**figura 1**). Sobre un diseño en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones se evaluaron diferentes especies utilizadas como CS: centeno (C), avena (A), vicia (V), sus consociaciones (C+V y A+V) y un barbecho (B) testigo sin CS.

Entre marzo y abril de cada año se sembraron los CS bajo el sistema de siembra directa. La supresión del crecimiento de los CS se realizó entre los meses de agosto y octubre (**tabla 1**). El criterio que se tuvo en cuenta para definir el momento de supresión fue que los cultivos de gramíneas llegaran a floración, a fin de lograr una elevada producción de materia seca total (MS). La producción MS de los CS se determinó al momento de secado (**tabla 1**).

Se determinó el contenido de humedad del suelo por método gravimétrico en hasta los 100 cm de profundidad a la siembra y secado de los CS. Se registraron las precipitaciones diarias para evaluar el balance hídrico. Los datos de precipitación diaria se obtuvieron de la estación meteorológica automática, ubicada dentro del campo experimental. Mediante los valores de humedad y las precipitaciones se estimó el uso consuntivo (UC). Se calculó la eficiencia en el uso del agua, el consumo de agua (costo hídrico) y eficiencia de barbecho.

Para el análisis de datos se utilizó regresiones lineales simples y análisis de la varianza (ANOVA) para evaluar el efecto de los tratamientos sobre cada variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones mensuales para los cuatro años evaluados en general, fueron inferiores al promedio histórico con un déficit hídrico para los meses de enero, febrero y agosto generando condiciones adversas para el establecimiento y crecimiento de los CS. Las precipitaciones durante el ciclo de los CS fueron entre 130 a 360 mm, mientras que las precipitaciones registradas entre el secado de los CS y la siembra del cultivo de verano fueron entre 85 y 120 mm (**tabla 1**). En los cuatro años evaluados, C y C+V fueron los tratamientos con mayor producción de MS superando en promedio los 4400 kg ha⁻¹, siendo un 22% superior comparado con A y A+V, mientras que V presentó la menor producción de MS (1624 kg ha⁻¹). Estos resultados indicarían que, para años con precipitaciones inferiores a la media histórica, el centeno sería la especie con mejor comportamiento.

El uso consuntivo (UC) presentó efectos significativos tanto de los tratamientos como de los años (tabla 2). El barbecho fue el de menor UC con 152 mm diferenciándose significativamente de los CS. A su vez, las gramíneas puras o consociadas presentaron consumos similares de agua (200 mm) diferenciándose significativamente de V (182 mm). Las variaciones en el consumo de agua en el barbecho tradicional (UC= 94-274 mm) se asociaron a las precipitaciones durante dicho período (R²= 0,89, p <0,05) poniendo de manifiesto la ineficiencia de dicha práctica para retener agua durante el invierno. Dicha ineficiencia también se reflejó en la eficiencia hídrica del barbecho con valores entre 6 y 42%. Estos resultados coinciden con

Año	Tratamientos	Densidad de siembra (kg ha ⁻¹)	Fecha		Ciclo (días)	PP (mm)	Barbecho (mm)*
			Siembra	Secado			
2019	Centeno (C)	60	29/4/2019	4/10/2019	158	130	106
	Avena (A)	62					
	Vicia (V)	20					
	C + V	50 + 12					
	A + V	48 + 12					
2020	C	40	20/4/2020	23/9/2020	156	160	85
	A	60					
	V	14					
	C + V	30 + 10					
	A + V	50 + 10					
2021	C	40	31/3/2021	23/9/2021	176	202	104
	A	60					
	V	18					
	C + V	17 + 8					
	A + V	27 + 8					
2022	C	39	18/3/2022	18/8/2022	155	360	120
	A	58					
	V	23					
	C + V	15 + 15					
	A + V	15 + 15					

Tabla 1. Densidad de siembra, fechas de siembra y secado, y precipitaciones durante el ciclo de los cultivos de servicio *(período de tiempo transcurrido entre la supresión de los CS y la siembra del cultivo de verano).

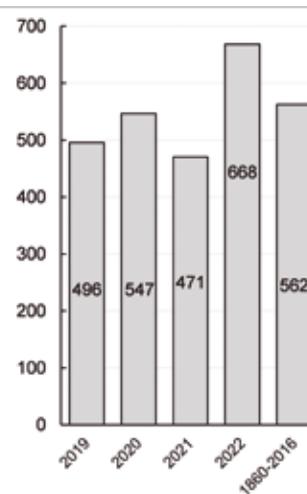
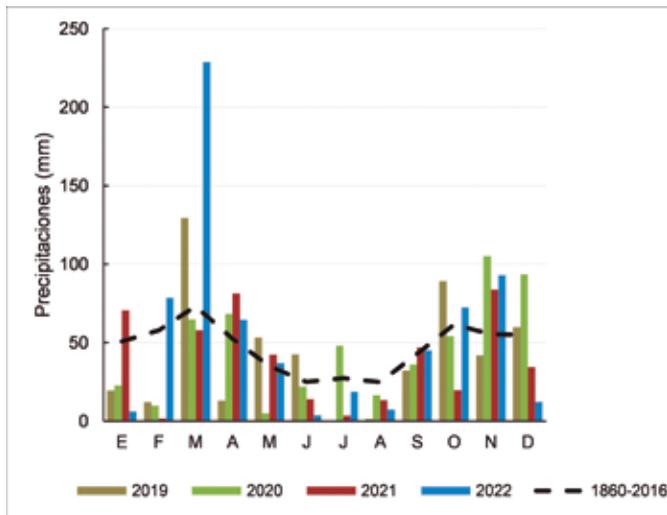


Figura 1. Precipitaciones mensuales registradas durante el período 2019-2022 e históricas de la región.

Tabla 2. Uso consuntivo (UC), materia seca (MS), eficiencia de uso del agua (EUA) y costo hídrico (CH) de los cultivos de servicio durante los cuatro años de evaluación. Para cada variable, letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos o años (LSD de Fisher, $p < 0,05$).

Año	Tratamiento	UC	MS	EUA	CH
		mm	kg ha ⁻¹	g MS ha ⁻¹ mm	mm
2019		145 c	2980	21	28 c
2020		153 b	5528	39	65 a
2021		152 bc	1809	14	39 b
2022		303 a	2410	9	36 bc
	B	152 c	--	--	--
	V	182 b	1624	10	29 b
	C	200 a	4748	27	46 a
	C+V	197 a	4464	25	40 a
	A	201 a	3937	22	49 a
	A+V	200 a	3641	20	47 a
2019	B	122	1588 cd	13 d	--
	V	133	1434 d	11 d	13 b
	C	158	4732 a	30 a	37 a
	C+V	150	4100 ab	27 ab	28 a
	A	153	3184 b	21 bc	32 a
	A+V	155	2841 bc	18 cd	33 a
2020	B	94	1113 b	12 b	--
	V	153	1839 b	12 b	55 a
	C	166	8109 a	50 a	68 a
	C+V	170	7377 a	44 a	64 a
	A	169	7519 a	45 a	71 a
	A+V	169	7212 a	43 a	69 a
2021	B	118	--	--	--
	V	150	1391 b	9 b	30 b
	C	162	2962 a	19 a	42 ab
	C+V	159	2762 a	18 a	33 b
	A	165	2065 ab	12 ab	48 a
	A+V	163	1677 b	11 b	44 ab
2022	B	274	--	--	--
	V	291	1833 b	7 b	18 b
	C	312	3191 ab	10 ab	39 a
	C+V	309	3619 a	12 a	36 ab
	A	318	2983 ab	9 ab	45 a
	A+V	315	2833 ab	9 ab	41 a
Tratamiento		***	***	***	**
Año		***	***	***	***
Año x Tratamiento		ns	***	***	ns

los de otros autores que remarcan la ineficiencia del barbecho para almacenar el agua de las precipitaciones (Fernández *et al.*, 2007).

En función de los cambios en la MS y UC, la EUA en los CS varió según el año (**tabla 2**). En promedio, las gramíneas presentaron EUA superiores a 20 kg ha⁻¹ mm⁻¹, mientras que la leguminosa fue solamente de 10 kg ha⁻¹ mm⁻¹. Estos valores son similares a los informados por otros autores bajo condiciones edafoclimáticas similares (Prieto Angueira *et al.*, 2018). La variación interanual en los valores de EUA (9 a 39 kg ha⁻¹ mm⁻¹), estuvo asociada principalmente a la cantidad y distribución de las precipitaciones, encontrándose una relación estrecha con las precipitaciones acumuladas en los meses de junio, julio y agosto ($R^2 = 0,97$, $p < 0,01$), es decir las precipitaciones hacia fines de ciclo de los CS.

El CH de la inclusión de CS presentó efectos significativos tanto de los tratamientos como de los años ($p < 0,001$) (**Tabla 2**). El CH promedio fue de 42 mm, con un máximo de 71 mm y un mínimo de 13 mm con respecto al barbecho largo. Dicha variabilidad estuvo asociada principalmente a la MS producida por los CS ($R^2 = 0,58$, $p < 0,001$). A su vez, se observaron diferencias significativas entre CS, donde las gramíneas puras o consociadas presentaron en promedio más de 40 mm de CH, mientras que V fue de 29 mm (**tabla 2**). Conocer el efecto de los CS sobre la dinámica del agua en el suelo es una herramienta fundamental para el manejo de los CS en regiones semiáridas. En este caso la fecha de secado de los CC es una herramienta clave para su inclusión en regiones con déficit hídrico. En tal sentido, Fernández *et al.* (2012) evaluando al centeno como CC, obtuvieron

mayor agua útil en aquellos tratamientos con fechas de secado julio/agosto comparadas con el barbecho tradicional. Para el presente estudio, considerando la distribución histórica de las precipitaciones (**figura 1**), secando el CS antes de septiembre y sembrando el cultivo de verano a partir de noviembre, sería viable poder realizar un CS sin un costo hídrico restrictivo para el siguiente cultivo. Kriger (2021), trabajando sobre el mismo ensayo, estimó una probabilidad de recarga del perfil de suelo superior al 60% con supresión de los CS en septiembre.

CONCLUSIONES

El barbecho largo (>6 meses) es una práctica ineficiente para el almacenamiento de agua en suelos del sudoeste bonaerense, perdiéndose más del 60% de las precipitaciones que ocurren en dicho período. La inclusión de CS permitió disminuir las pérdidas de agua producidas durante los barbechos largos.

Las gramíneas puras o consociadas provocan un mayor consumo de agua que la leguminosa (vicia), siendo el consumo directamente proporcional a la materia seca producida. A su vez, el centeno acumuló el nivel más alto de biomasa junto con una mayor EUA.

A partir de los resultados recopilados durante cuatro años, los CS serían una alternativa eficiente en regiones semiáridas, para la generación de biomasa, y por ende el aporte de carbono al suelo, donde su CH no afectaría al cultivo siguiente siempre y cuando se maneje correctamente la fecha de secado de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

DE LEO, G.; TORRES CARBONELL, C.; LAURIC, A.; ROSS, F.; MASSIGOGE, J.; VIGNA, M.; IRASTORZA, J.; DUMRAUF, M. (2020). Evaluación de cultivos de servicio en maíces de baja densidad en el sudoeste bonaerense semiárido. INTA – Centro Regional Buenos Aires Sur. 15 pp.

DUVAL, M.; CAPURRO, J.; GALANTINI, J.A.; ANDRIANI, J.M. (2015). Utilización de cultivos de cobertura en monocultivos de soja: Efectos sobre el balance hídrico y orgánico. *Ci. Suelo* 33(2) 247-261.

FERNÁNDEZ, R.; QUIROGA, A.; ARENA, F.; ANTONINI, C.; SAKS, M. (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 (Eds). Manual de fertilidad y evaluación de suelos. EEA INTA ANGUIL. Publicación técnica 71: 51-59.

FERNÁNDEZ, R.; QUIROGA, A.; NOELLEMEYER, E. (2012). Cover crops: ¿A viable alternative for the semiarid Pampa region? *Ci. Suelo* 30: 137-150.

KRIGER A. (2021). Prácticas de manejo que condicionan la eficiencia hídrica del barbecho en el sudoeste bonaerense. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 33 pp.

PRIETO ANGUEIRA, S.; BERTON, M.C.; VENTURA, J. (2018). Cultivos de cobertura en Santiago del Estero: I. biomasa, evapotranspiración y eficiencia de uso del agua. XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Tucumán, 15 al 18 de mayo del 2018. ISBN 978-987-46870-0-5.

SAINZ ROZAS, H.; EYHERABIDE, M.; LARREA, G.; MARTÍNEZ CUESTA, N.; ANGELINI, H.; REUSSI CALVO, N.; WYNGAARD, N. (2019). Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana. Simposio de fertilidad. *Fertilizar AC*. 141-158.

UNGER, P.W; VIGIL, MF. (1998). Cover crop effects on soil water relationships. *J. Soil Water Conserv.* 53: 224-229.