

## Consociación de lino con leguminosas forrajeras. Una estrategia para el manejo agroecológico de malezas

### Consociation of flax with forage leguminous. A strategy for agroecological weed management

#### Verónica P. Colman\*

Curso Oleaginosas y Cultivos Regionales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina

#### Griselda E. Sánchez Vallduví

Curso Oleaginosas y Cultivos Regionales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina; Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina

#### Nora L Tamagno

Laboratorio de Investigación y Reflexión en Agroecología (LIRA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina.

#### Revista de la Facultad de Agronomía

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

ISSN: 1669-9513

Periodicidad: Continua

vol. 122, 2023

redaccion.revista@agro.unlp.edu.ar

Recepción: 3 de marzo 2023

Aprobación: 18 de diciembre 2023

Publicación: marzo 2024

URL: <http://portal.amelica>

DOI: <https://doi.org/10.24215/16699513e133>

Autor de correspondencia: [veronicacolman@hotmail.com](mailto:veronicacolman@hotmail.com)

## Resumen

Para evaluar la capacidad supresiva sobre una comunidad espontánea del sistema lino en intercultivo con distintas leguminosas forrajeras, en diferentes arreglos espaciales, se hicieron dos años de ensayo a campo en La Plata, Argentina. Los tratamientos fueron: el monocultivo de lino con y sin uso de herbicida y lino en intercultivo con trébol rojo, trébol blanco o lotus, sembrados en el surco o al voleo. Se evaluó el rendimiento del lino, la biomasa total del residuo de cosecha y sus componentes al momento de la siembra, la cobertura total del suelo, la cobertura de malezas y el rendimiento relativo de las malezas. Además, en el segundo año de ensayo se evaluó el residuo a los 3 meses de la cosecha. En ambos años el monocultivo con herbicida logró el mayor rendimiento a expensas de usar dicho agroquímico lo que implica mayor demanda de insumos externos y riesgo ambiental. Los intercultivos tuvieron rendimientos aceptables no diferenciándose entre sí. Los intercultivos tuvieron mayor capacidad para suprimir cuando se sembró la leguminosa al voleo que en el surco. Además, permiten lograr un residuo de mejor cantidad y calidad aportando a la conservación de las propiedades del suelo y a la diversidad. El intercultivo con trébol rojo fue el que tuvo mayor capacidad supresiva en el mediano plazo. El intercultivo de lino con leguminosas forrajeras puede considerarse una estrategia para el manejo agroecológico de malezas en el largo plazo. Estas consociaciones, podrían adaptarse como alternativa productiva en la región pampeana argentina, mejorando la diversidad funcional y la sustentabilidad, con menor uso de insumos externos.

**Palabras clave:** Intercultivo, biomasa, malezas, sustentabilidad, *Linum usitatissimum* L.

## Abstract

To evaluate the suppressive capacity on a spontaneous community of the flax system in intercropping with different forage leguminous, in different spatial arrangements, two years of field trials were carried out in La Plata, Argentina. The treatments were: monoculture of flax with and without the use of herbicide or in intercropping with red clover, white clover or lotus sown in the furrow or broadcast. Flax yield, total crop residue biomass and its components at sowing time, total soil cover, weed cover and relative weed yield were evaluated. In addition, in the second year of the trial, the residue was evaluated 3 months after the harvest. In both years, the monoculture with herbicide yielded more at the expense of using said agrochemical, which implies a greater demand for external inputs and environmental risk. The intercropping had acceptable yields, not differing from each other. The intercrops had greater capacity to suppress when the leguminous was sown broadcast than in the furrow. In addition, they allow to achieve a residue of better quantity and quality, contributing to the conservation of soil properties and diversity. The intercropping with red clover was the one that had the highest suppressive capacity in the medium term. The intercropping of flax with forage leguminous can be considered a strategy for agroecological weed management in the long term. These associations could be adapted as a productive alternative in the Argentine pampas region, improving functional diversity and sustainability, with less use of external inputs.

**Keywords:** Intercropping, biomass, weeds, sustainability, *Linum usitatissimum* L.

## INTRODUCCIÓN

El modelo productivo dominante de la región pampeana argentina está limitado al uso de pocas variedades mejoradas de alto rendimiento, e incluye paquetes tecnológicos demandantes de grandes cantidades de insumos externos para subsidiarlo. La evolución de los sistemas productivos cada vez más simplificados ha dado lugar a la disminución de la biodiversidad y la estabilidad de los mismos (Petit et al., 2015). La escasa diversificación y el uso ineficiente de recursos conlleva a la pérdida de las propiedades del suelo y resulta en agroecosistemas de menor capacidad de resiliencia y mayor fragilidad (Malezieux et al., 2009). En este contexto, surge claramente la necesidad de compatibilizar la productividad de los sistemas agrícolas con la conservación del medio ambiente y los recursos naturales (Parris, 1999).

El proceso de modernización y simplificación de la agricultura ha estado bajo una óptica reduccionista de los sistemas de producción los que dependen cada vez más de los agroquímicos, entre los que se encuentran los herbicidas (Chiappe, 2002). Estos constituyen una de las estrategias de uso más generalizadas para las malezas (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2014). Sin embargo, no han logrado un control eficiente de las mismas, sino que se han intensificado los problemas asociados a las malezas y su control. Entre ellos, la necesidad cada vez mayor de insumos (de la Fuente y Suarez, 2008), la aparición de malezas resistentes o tolerantes a distintos herbicidas (Heap, 2020) y numerosos inconvenientes ecológicos, económicos y sociales. El uso desmedido de agroquímicos transgrede las bases de los agroecosistemas sustentables, siendo una de sus consecuencias la pérdida de biodiversidad biológica, que conlleva a la disminución de su capacidad de resiliencia (Sarandón, 2020).

El elevado uso de herbicidas se relaciona con la agricultura intensiva, lo que tiene serias consecuencias negativas en el medio ambiente. Entre ellas se han encontrado residuos de pesticidas en el agua y sedimentos de los ríos Paraná y Paraguay (Etchegoyen et al., 2017), como también a profundidad del suelo lo que resulta contaminante para los cursos de agua subterráneos (Lupi et al., 2015).

En este contexto, es de suma importancia buscar alternativas para el manejo de las malezas en el mediano y largo plazo las que además de disminuir la competencia (Alonso-Ayuso et al., 2008) permitan hacer un uso más racional de los recursos y disminuir la demanda de insumos externos y el impacto ambiental asociado a la agriculturización.

La diversidad agrícola puede ser mejorada en el espacio y el tiempo, mediante diferentes alternativas de manejo de los sistemas productivos. Una estrategia para aumentar la biodiversidad de los sistemas cultivados son los intercultivos o policultivos, debido a que pueden mejorar el aprovechamiento de los recursos por parte del sistema cultivado y a partir del rediseño de los agroecosistemas mejorar su habilidad competitiva y generar desventajas en el uso de los recursos por parte de las malezas (Kegode et al., 2003). Por otro lado, pueden considerarse una estrategia para disminuir la dependencia en el uso de herbicidas y consecuentemente los impactos negativos en la salud humana y ambiental (Prober y Smith, 2009). De este modo, la siembra en intercultivo es una estrategia que ha sido señalada para el manejo de malezas, alternativa al uso exclusivo de herbicidas (Weerarathne et al., 2017; Verret et al., 2017; Kanatas et al., 2020).

Por otra parte, el intercultivo puede favorecer la cobertura del suelo, tanto durante el desarrollo del cultivo, como luego de su cosecha. Esto da la posibilidad de proteger el suelo de la erosión y, además, aportar un mayor volumen de rastrojo pos cosecha, el que a su vez sería de mejor calidad, mejoraría las propiedades fisicoquímicas del suelo y aumentaría el contenido de materia orgánica en el corto plazo (Craswell y Lefroy, 2001).

El lino (*Linum usitatissimum* L.) es una oleaginosa de ciclo invernal, fuente de aceite industrial, y por su contenido de proteínas y ácido alfa linolénico (serie omega-3) es considerado de importancia para la salud humana. El lino en nuestro país es un cultivo tradicional por excelencia, que alcanzó alrededor de 800.000 hectáreas sembradas en las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos en la década del '80 -'90. A partir de entonces, el cierre de las principales fábricas procesadoras, asociado al reemplazo por cultivos de mayor rentabilidad, ha disminuido drásticamente el área sembrada en la campaña 2021/2022 de 11061 hectáreas (MAGyP, 2022), concentrada casi el 100% de la producción en la provincia de Entre Ríos. A pesar de ello, el mejoramiento genético del lino ha continuado y se espera que su demanda aumente a causa de la revalorización de los productos de origen natural, y la tendencia creciente de la población que adquiere alimentos y hábitos cada vez más saludables. El lino es un cultivo alternativo a los cereales o verdes de invierno, pudiendo aportar materia prima a la industria aceitera en momentos en los cuales esta podría estar ociosa. Además, se adapta a una amplia zona de producción del país por lo que constituye una valiosa alternativa de producción para la diversificación productiva.

Una estrategia para mejorar la baja diversificación de los sistemas de producción extensivos es la planificación de las rotaciones (Weisberger et al., 2019). En ese sentido, para mejorar la diversidad y la capacidad productiva de los agroecosistemas en el tiempo, el lino puede entrar en rotación con los cultivos tradicionales de la región (Sánchez Vallduví, 2012). Uno de los principales problemas para alcanzar rendimientos aceptables es su baja habilidad para competir con malezas (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2011; Kurtenbach et al., 2019). Su escasa capacidad de competencia en los primeros estadios debido a su lento crecimiento inicial y su baja cobertura del suelo, son las principales limitaciones para alcanzar su rendimiento potencial. Por su sistema de siembra las labores mecánicas de post emergencia no son posibles (Carr et al., 1997). Por lo tanto, en este cultivo, generalmente las malezas se controlan con herbicidas, y su uso se encuentra restringido a un corto período de aplicación y con un alto riesgo de daño al cultivo por su sensibilidad, que puede comprometer su crecimiento (Lutman, 1991).

El cultivo de lino, además de adaptarse a las condiciones bioambientales del sistema productivo pampeano, puede sembrarse en intercultivo con leguminosas forrajeras como una alternativa para el manejo de malezas. De este modo, se esperaría que la incorporación de las mismas como acompañantes del lino, ejerzan una mayor competencia con las malezas por los recursos, restringiendo su crecimiento y desarrollo, lo que constituye un aporte para su manejo en el largo plazo, tal como lo señalan Sánchez Vallduví y Sarandón (2021). Además, mediante la fijación simbiótica del N del aire, las leguminosas aportarían N que podría ser aprovechado por los cultivos siguientes y podrían generar mayor diversidad y biomasa vegetal y mejorar las condiciones fisicoquímicas del suelo y el balance de materia orgánica en el corto plazo. El intercultivo de lino con leguminosas forrajeras, además de mejorar la habilidad competitiva del sistema cultivado, podría aumentar la biodiversidad, mejorar el ciclo de los nutrientes y generar sistemas con más productividad, más secuestro de carbono y mayor conservación del suelo y el agua. En consecuencia, los intercultivos podrían ser una alternativa para disminuir el uso de insumos externos como son los herbicidas o fertilizantes sintéticos y ser una estrategia que aporte a un manejo sustentable del suelo y disminuya el riesgo económico.

Las leguminosas son especies relevantes en sistemas en intercultivo en especial si se siembran con un cultivo poco competitivo (Andersen et al., 2004) como es el caso del lino. Esto se debe a su capacidad de fijar N atmosférico a través del proceso simbiótico (Haugaard-Nielsen et al., 2009) por lo que es esperable una menor competencia por dicho recurso al haber menor superposición de nichos ecológicos. El trébol blanco (*Trifolium repens* L.), el trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) y el lotus (*Lotus corniculatus* L.) son leguminosas utilizadas habitualmente en las mezclas de pasturas de la región pampeana debido a su alta producción de materia seca y valor forrajero, por lo cual podrían sembrarse junto con el lino como herramienta agroecológica para el manejo de las malezas en el largo plazo (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2014; Sánchez Vallduví et al., 2017). Las características propias de cada una será un factor que influirá en el comportamiento del policultivo en su conjunto (Sarandón y Flores, 2014).

Hay referencias de la adaptación del lino a la siembra en intercultivo con leguminosas que produjeron rendimientos del lino aceptables y la consideran alternativas más sustentables que el monocultivo (Tamagno et al., 2013; Sánchez Vallduví y Sarandón, 2021). Sin embargo, en el marco de una agricultura sustentable aún es necesario avanzar en la evaluación del intercultivo de lino con diferentes especies de leguminosas forrajeras y en distintos arreglos espaciales, adaptadas a los sistemas productivos extensivos de la región pampeana.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad supresiva sobre una comunidad vegetal espontánea, del lino en intercultivo con distintas leguminosas forrajeras, en diferentes arreglos espaciales.

## METODOLOGÍA

Se desarrollaron dos ensayos en el campo de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata "Julio Hirschhorn", Buenos Aires, Argentina (34°S 52°W, 15 m altitud). El suelo fue un *Argiudol típico* cuyos datos analíticos del horizonte superficial previo a la siembra de los primeros 20 cm de suelo fueron: pH 5,8 y 5,7, MO 22 y 29 g.kg<sup>-1</sup>, N 1,92 y 1,75 g.kg<sup>-1</sup> y P (Bray Kurtz) I 5 y 7 ppm para el primero y el segundo año de ensayo respectivamente. El suelo se preparó con el sistema de labranza convencional para la zona desde mayo, con rastra de disco y rastra de dientes. Los tratamientos fueron: monocultivo de lino (*Linum usitatissimum* L.) con y sin aplicación de herbicida para el control de malezas y los intercultivos de lino con una leguminosa forrajera: trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.) o lotus (*Lotus*

corniculatus L.) sembrados estos en el mismo surco que el lino o al voleo. Además se agregó el tratamiento: comunidad vegetal espontánea (malezas) puras (sin cultivo).

Se utilizó una sembradora experimental de conos el 01/07/2010 y el 08/07/2011 con la variedad de lino Panambi INTA. El lino se sembró con una densidad de 800 semillas por m<sup>2</sup>. La densidad de siembra del trébol rojo y del lotus fue de 5 kg.ha<sup>-1</sup> y del trébol blanco 3 kg.ha<sup>-1</sup> en la siembra en surco, la que se realizó en el mismo momento que el lino con la sembradora. Cuando las leguminosas se sembraron al voleo, se duplicó la densidad, se sembraron a mano inmediatamente después que el lino.

Se usó un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones y parcelas de 7,7 m<sup>2</sup> con 7 surcos cada uno espaciados a 0,2 m entre sí y 5,5 m de longitud. Previo a la siembra en ambos años se fertilizó con 50 kg.ha<sup>-1</sup> de superfosfato triple de calcio, al voleo y en cobertura total. Para el control de malezas en los tratamientos con herbicida se aplicó Metsulfurón metil 60%, a razón de 7 g.ha<sup>-1</sup>.

Se registró la fenología del lino (Tabla 1) y se registraron las temperaturas medias mensuales (T<sup>o</sup>), las precipitaciones mensuales (mm) ocurridas durante el barbecho y ciclo del cultivo.

**TABLA 1**  
*Etapas fenológicas del cultivo de lino (Linum usitatissimum L.). 2010, 2011, La Plata, Argentina.*

Estado	2010	2011
Siembra	01/07/10	08/07/11
Emergencia	15/07/10	22/07/11
10 cm de altura	13/09/10	15/09/11
Primeros botones florales visibles	15/10/10	04/10/11
Fin de floración	10/11/10	18/11/11
Cosecha	15/12/12	21/12/11

El 04/10/2010 y 22/09/2011 se evaluó cobertura relativa del suelo (CRS) y cobertura relativa de la maleza (CRM), a través de una técnica fotográfica (Berti y Sattin, 1996). Se utilizó una cuadrícula con 150 cuadrados con un punto en la mitad de cada uno de ellos y se tuvo en cuenta para calcular la superficie cubierta, el número de cuadros en los cuales el punto intersectó la vegetación a evaluar (lino o maleza y leguminosa), se realizaron dos repeticiones (300 toques por parcela) y posteriormente se calculó la superficie relativa de lino y la superficie relativa de maleza. La cobertura relativa del lino (CRL) se calculó como: % CRL:  $100 \times (n \text{ lino} / 300)$ , la de malezas (CRM) como: % CRM:  $100 \times (n \text{ maleza} / 300)$ , la de leguminosas (CRLeg) como: % CRLeg:  $100 \times (n \text{ leguminosa} / 300)$  y con ellos se calculó CRS: CRL+CRM+CRLeg.

En madurez comercial se cosechó manualmente 0,3 m<sup>2</sup> de los 3 surcos centrales de lino en cada tratamiento. En el mismo momento se tomó una muestra de 0,25 m<sup>2</sup> de las leguminosas de los tratamientos en intercultivos y de las malezas en todas las parcelas, para lo cual se usó un cuadro de esa superficie y se cortó el material a ras de suelo. Las muestras recolectadas se procesaron en gabinete, se midió la altura del lino y se determinaron los componentes de rendimiento del lino. El lino, las leguminosas y la vegetación espontánea (malezas), por separado, se llevaron a estufa a 60°C hasta peso constante y luego se pesaron.

Se calculó el rendimiento en semilla y la biomasa aérea del lino, de la vegetación espontánea (malezas) y de las leguminosas (en aquellos tratamientos que las contenían). Por otra parte, en el segundo año de ensayo se llevó a cabo un corte de la biomasa vegetal aérea el día 23 de marzo de 2012 (tres meses posteriores a la cosecha del lino) y se pesaron por separado la vegetación espontánea y las leguminosas.

Se calculó el rendimiento relativo de las malezas como: RYM:  $R_{ML}/R_{MM}$  siendo  $R_{MM}$  la biomasa de las malezas cuando crecen sin cultivo (malezas) y  $R_{ML}$  biomasa de las malezas cuando crece junto al lino.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante el análisis de la varianza y para la comparación de medias se usó la prueba de LSD ( $\alpha$ : 0,05%).

## RESULTADOS

En el año 2010, las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo en el año 2010, fueron de 343 mm, con muy bajo registro durante los meses de floración y llenado de granos. El número de plantas logradas por m<sup>2</sup> fue de 600, con un promedio de 5 cápsulas por planta, 17800 semillas.m<sup>2</sup> con un peso de 6 g los mil granos y una altura promedio del cultivo de 60 cm. En el año 2011 el ensayo se desarrolló con buenas condiciones climáticas, con un buen registro de precipitaciones durante el ciclo, especialmente durante la floración y llenado de los granos. Se logró en promedio 226 plantas por m<sup>2</sup> las que obtuvieron 17 cápsulas por planta, 21100 semillas.m<sup>2</sup> habiéndose visualizado la capacidad de compensación del cultivo. El peso de las mil semillas fue de 6 g y una altura del cultivo de 65 cm.

El rendimiento en grano del lino promedio del ensayo en el 2010 fue de 1069 kg.ha<sup>-1</sup>. El valor más alto se registró en el monocultivo de lino con uso de herbicida, no diferenciándose de los intercultivos de lino con trébol blanco al voleo y con lotus en el surco. Los intercultivos no se diferenciaron entre sí en esta variable.

En el año 2011 el rendimiento de grano del lino promedio del ensayo fue de 1226 kg.ha<sup>-1</sup>. En el monocultivo de lino con uso de herbicida fue semejante al del intercultivo con trébol rojo al voleo, diferenciándose de todos los demás tratamientos. En este año tampoco hubo diferencias en el rendimiento entre los intercultivos evaluados (Tabla 2).

La cobertura relativa del suelo presentó diferencias significativas entre tratamientos en ambos años. En el año 2010, el intercultivo de lino con trébol rojo al voleo tuvo el mayor valor de cobertura relativa del suelo, tratamiento que no se diferenció de los otros intercultivos con la leguminosa sembrada al voleo. La menor cobertura relativa del suelo se registró en el monocultivo de lino sin uso de herbicida. Este año la cobertura relativa de malezas fue menor cuando la leguminosa se sembró al voleo respecto a su siembra en surco (Tabla 2).

En el año 2011, la mayor cobertura del suelo se registró en el monocultivo de lino sin uso de herbicida. La menor cobertura relativa total del suelo se registró en el monocultivo de lino con uso de herbicidas y los intercultivos que incluían lotus. La cobertura relativa de malezas no presentó diferencia entre tratamientos (Tabla 2).

El rendimiento relativo de malezas en el año 2010 fue menor en el intercultivo de lino con trébol rojo al voleo y el mayor valor lo presentó el intercultivo con trébol blanco sembrado en el surco. En los intercultivos con trébol blanco y con lotus en los cuales las leguminosas se sembraron al voleo, las malezas tuvieron menor rendimiento relativo respecto a su siembra en surco (Tabla 2).

En el año 2011, el rendimiento relativo de las malezas más bajo lo tuvo el monocultivo de lino con uso de herbicidas, diferenciándose de los demás tratamientos, los que tuvieron valores de esta variable semejantes entre sí. Los intercultivos con lotus fueron los que presentaron menores valores en esta variable.

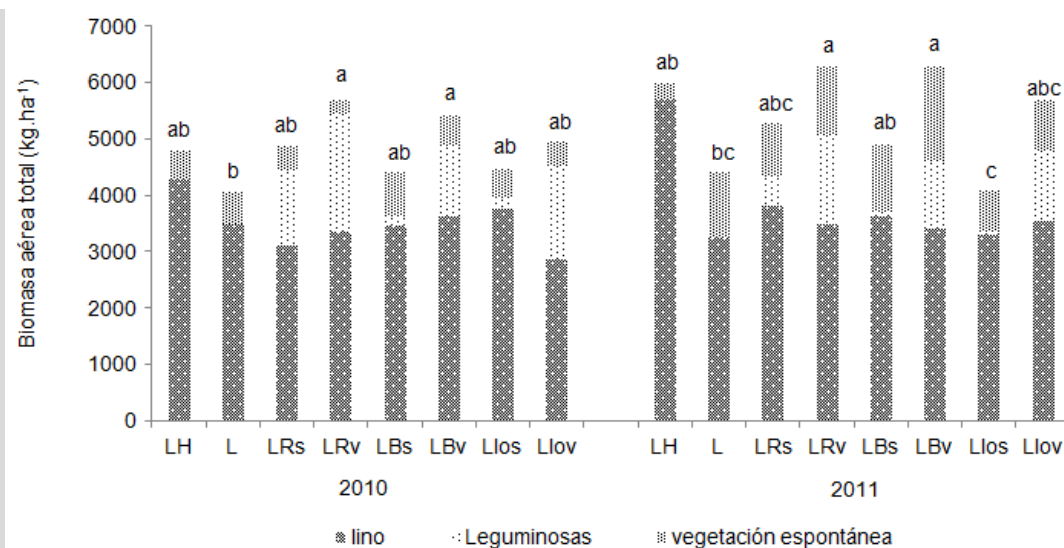
La biomasa aérea total del sistema presentó diferencias estadísticas entre tratamientos en ambos años. En 2010, los intercultivos de lino con trébol rojo y blanco al voleo tuvieron los mayores valores, solo diferenciándose del monocultivo sin control de malezas. Las leguminosas en todos los tratamientos en los que fueron sembradas al voleo y en el intercultivo con trébol rojo en el surco tuvieron mayor valor de biomasa. La menor biomasa de malezas del primer año, la tuvo el intercultivo de lino con trébol rojo al voleo y sólo se diferenció estadísticamente del lino con trébol blanco en el surco. Los demás tratamientos no se diferenciaron entre sí, pero presentaron cerca de un 50% menos de biomasa de malezas en relación al intercultivo de lino con trébol blanco en el surco (Figura 1).

En el año 2011, al momento de la cosecha, la mayor acumulación de biomasa total del sistema se alcanzó en los intercultivos de lino con trébol rojo y con trébol blanco, ambos al voleo. Todos los tratamientos con leguminosas sembradas al voleo tuvieron mayor proporción de biomasa de leguminosas y menor de malezas, respecto a los sembrados en surco. En este mismo año, la menor biomasa de malezas la tuvo el monocultivo de lino con uso de herbicida, el cual se diferenció de los demás tratamientos. De los intercultivos, los tratamientos con lotus tuvieron los menores valores de biomasa de malezas y sólo se diferenciaron con el intercultivo de lino con trébol blanco al voleo (Figura 1).

**TABLA 2**

Cobertura relativa del suelo (CRS) y cobertura relativa de malezas (CRM) y rendimiento relativo de malezas (RYM), para todos los tratamientos de lino en monocultivo o en intercultivo con diferentes leguminosas, en distintos arreglos espaciales (surco o voleo), La Plata, 2010 y 2011. Los valores dentro de la misma columna seguidos por la misma letra no difieren entre sí a nivel de 0,05 % de probabilidad según la prueba LSD. Referencias: monocultivo de lino con uso de herbicida (LH), monocultivo de lino sin control de malezas (L), intercultivo de lino con trébol rojo en el surco (LRs), intercultivo de lino con trébol rojo al voleo (LRv), intercultivo de lino con trébol blanco en el surco (LBs), intercultivo de lino con trébol blanco al voleo (LBv), intercultivo de lino con lotus en el surco (Llos), intercultivo de lino con lotus al voleo (Llov).

Tratamientos	Rendimiento kg.ha <sup>-1</sup>		CRS (%)		CRM (%)		RYM	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
LH	1344a	1871a	77 bc	47 b	20a	20a	0,17ab	0,01a
L	1048 bc	1050 b	74 c	62a	19a	25a	0,18ab	0,34 bc
LRs	908 c	1077 b	85ab	55ab	12ab	27a	0,13ab	0,30 bc
LRv	927 c	1276 ab	88a	51ab	8 c	20a	0,08 b	0,48 c
LBs	1079 bc	1201 b	77 bc	50ab	15ab	21a	0,24a	0,32 bc
LBv	1133abc	1098 b	81abc	53ab	9 bc	27a	0,16ab	0,58 c
Llos	1188abc	1115 b	78 bc	47 b	22a	17a	0,16ab	0,24 b
Llv	921 c	1110 b	78abc	48 b	12ab	20a	0,13ab	0,26 b

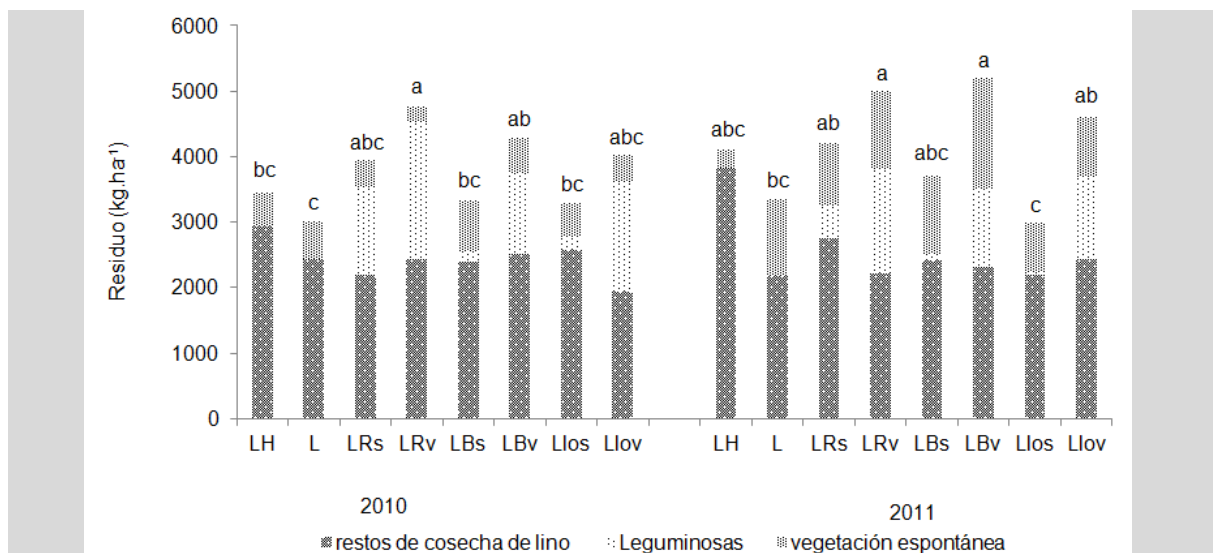


**FIGURA 1**

Biomasa aérea total del sistema, biomasa aérea del lino, leguminosas y vegetación espontánea para todos los tratamientos de lino en monocultivo o en intercultivo con diferentes leguminosas, en distintos arreglos espaciales (surco o voleo), La Plata, 2010. Letras iguales entre columnas no difieren entre sí al nivel de 0.05 de probabilidad según la prueba de LSD, para la biomasa total. Referencias: ídem tabla 2.

El residuo que quedó en pos cosecha en el año 2010 tuvo el mayor valor en el intercultivo de lino con trébol rojo al voleo diferenciándose estadísticamente del monocultivo de lino sin control de malezas. Los valores más altos de residuo se alcanzaron en todos los intercultivos con leguminosas sembradas al voleo y en el intercultivo de lino con trébol blanco en el surco.





**FIGURA 2**

*Biomásas del residuo en  $kg \cdot ha^{-1}$ , biomasa vegetativa de lino, leguminosas y vegetación espontánea para todos los tratamientos de lino en monocultivo o en intercultivo con diferentes leguminosas, en distintos arreglos espaciales (surco o voleo), La Plata, 2010 y 2011. Letras iguales entre columnas no difieren entre sí al nivel de 0.05 de probabilidad según la prueba de LSD. Referencias: ídem tabla 2.*

En el segundo año (2011), el residuo que quedó después de la cosecha, presentó diferencias significativas entre tratamientos. Para esta variable los intercultivos de lino con trébol rojo y blanco al voleo presentaron el valor más alto, diferenciándose del monocultivo de lino sin control de malezas y del intercultivo de lino con lotus sembrado en el surco. Los intercultivos con las leguminosas al voleo tuvieron mayor proporción de leguminosa en el residuo de cosecha (Figura 2).

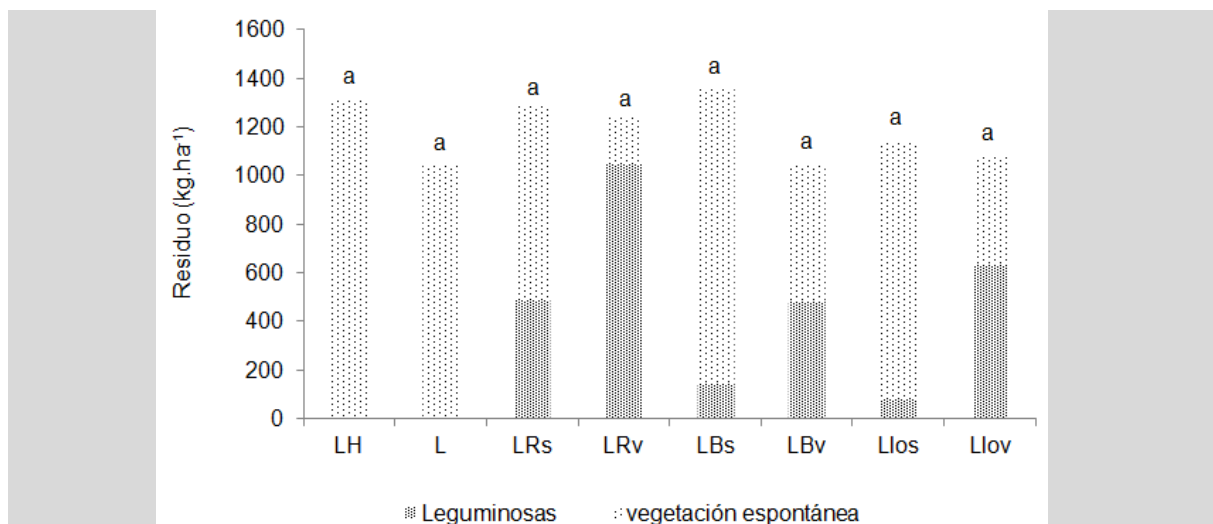
Al evaluar el rastreo a los 3 meses de la cosecha del ensayo 2011, se observa que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos entre el volumen total, pero sí la hubo en sus componentes. Los intercultivos con leguminosas al voleo tuvieron mayor proporción de leguminosas y menos de malezas que los intercultivos con la leguminosa en el surco. La biomasa de la vegetación espontánea (malezas) fue significativamente menor a todos los otros tratamientos, en el intercultivo con trébol rojo al voleo, con tan sólo un 16 % de la biomasa total del residuo. Mientras que el monocultivo con uso de herbicida y el intercultivo con trébol blanco en el surco tuvieron los mayores valores de biomasa de malezas con un 100 y 90 % respectivamente. Por otra parte, en el rastreo del intercultivo con trébol rojo el 84 % de su composición fue de la leguminosa, variable que no se diferenció estadísticamente de los intercultivos con trébol blanco y lotus al voleo, los que tuvieron una proporción del 46 y un 59 % en el rastreo respectivamente.

## DISCUSIÓN

El lino se adapta a las condiciones ecológicas de la Región Pampeana Argentina y es un cultivo con características interesantes para su inclusión en un modelo basado en tecnologías de procesos. De este modo constituye una alternativa para diversificar los sistemas agropecuarios a través de su incorporación en las rotaciones (Weisberger et al., 2019). Pero, un problema que presenta es su baja habilidad competitiva lo cual se ve reflejada en los resultados de este trabajo.

Hubo diferente comportamiento tanto del lino como de las malezas y de las leguminosas, entre los dos años de ensayo. Si bien el rendimiento medio en ambos años fue cercano a la media del país (MAGyP, 2021), en el 2010 el valor fue menor que en el 2011, lo que puede relacionarse con las mejores condiciones ambientales del segundo año, las que pudieron favorecer la producción de biomasa, número de frutos y semillas. Contrariamente a lo que ocurrió en el 2010, año el cual hubo deficiencia hídrica principalmente durante el período crítico para del cultivo.





**FIGURA 3**

Biomásas del residuo en  $\text{kg.ha}^{-1}$ , biomasa de leguminosas y vegetación espontánea, a los 3 meses de la cosecha del lino, para todos los tratamientos de lino en monocultivo o en intercultivo con diferentes leguminosas, en distintos arreglos espaciales (surco o voleo), La Plata, 2012. Letras iguales entre columnas no difieren entre sí al nivel de 0.05 de probabilidad según la prueba de LSD. Referencias: ídem tabla 2.

En ambos años el mayor rendimiento en semilla lo alcanzó el monocultivo con uso de herbicida, en el 2010 dicho tratamiento rindió alrededor de un 20 % más que el promedio del ensayo y en el 2011 un 35 %. Esto afirma la escasa capacidad competitiva del lino (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2011; Kurtenbach et al., 2019). Sin embargo, el hecho que en los intercultivos el lino haya alcanzado rendimientos aceptables y no se diferencien entre sí, sugiere que pueden ser utilizados como una estrategia de manejo del cultivo que busque disminuir el uso de herbicidas. Esto representaría un menor impacto ambiental, requisito necesario para una agricultura sustentable, tal como fue señalado por Sarandón y Flores (2014).

En el primer año de ensayo los intercultivos con trébol blanco al voleo y con lotus en el surco tuvieron un rendimiento semejante al monocultivo con herbicida lo que sugiere que el uso de los recursos en dichos intercultivos fue aprovechado para ser destinados a la producción de semillas (Dhima et al., 2007). Mientras que aquellos intercultivos que rindieron menos que el monocultivo lo hicieron con tan sólo una participación de la biomasa de malezas entre un 4 y 14 % y entre un 29 y 44 % de leguminosas de la total del sistema según el tratamiento. Esto sugiere que el lino en dichos tratamientos tuvo menor capacidad para capturar los recursos lo que no le permitió alcanzar un mayor rendimiento en semilla.

En las condiciones de ese año, los intercultivos con trébol rojo en ambos arreglos espaciales y con trébol blanco o lotus al voleo, fueron los que tuvieron mayor biomasa aérea con menor proporción de malezas y mayor de leguminosas, lo que indica diferentes aportes según especie y arreglo espacial (Tamagno et al., 2013). Por otra parte, el mayor registro de cobertura del suelo, la menor cobertura de las malezas y el menor rendimiento relativo de las malezas en dichos intercultivos, sugiere que esos sistemas actuaron suprimiendo a la vegetación espontánea, lo que alude una mayor capacidad supresiva de los intercultivos cuando la leguminosa se siembra al voleo respecto a su siembra en el surco.

La mayor proporción de biomasa de leguminosas y menor de malezas de los intercultivos con la leguminosa sembrada al voleo, indica la importancia de la modalidad de siembra de la leguminosa en el aporte total de biomasa al sistema.

Este comportamiento indica que las estrategias evaluadas constituyen un aporte al manejo agroecológico de malezas a través de un mejor uso de los recursos disponibles tal como lo proponen Liebman y Dick (1993), mejorando la ocupación de los nichos ecológicos de las especies involucradas (Altieri, 2002; Paleologos et al., 2017). No obstante, al considerar el sistema productivo en su conjunto, el cual incluye a las leguminosas, surge que el lino no fue lo suficientemente

competitivo cómo para lograr un mayor rendimiento y pone de manifiesto su escasa habilidad competitiva (Sánchez Vallduví, 2012).

En este año de ensayo, se destacó el intercultivo con trébol rojo al voleo por su mayor producción de biomasa tanto en el sistema (incluyendo la semilla de lino) como en su residuo de cosecha, con una alta proporción de la leguminosa en su composición (44 %). Esto último significa que dicho intercultivo genera un residuo de mayor diversidad y de mejor calidad (Swift et al., 2004) lo que puede resultar un importante aporte a la diversidad y sustentabilidad del sistema (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2021). Además, dicho intercultivo al tener la menor biomasa de malezas, indica que el lino junto con dicha leguminosa sembrada al voleo, determinó menor disponibilidad de recursos para la maleza (Sánchez Vallduví et al., 2017). Mientras que el intercultivo con trébol blanco en el surco fue el que menos capacidad competitiva tuvo, lo que se vio reflejado en el mayor valor de la biomasa de malezas en el mismo. Los otros intercultivos tuvieron una biomasa de malezas semejante al monocultivo lo que sugiere que las leguminosas consociadas con el lino compitieron con las malezas por los recursos disponibles, suprimiendo la capacidad para acumular biomasa (Kegode et al., 2003).

En el año 2011, la mayor capacidad competitiva del lino en monocultivo con uso de herbicida se relaciona con el bajo volumen de malezas en dicho tratamiento (tan solo un 4 % de la biomasa total) y el menor rendimiento relativo de las malezas, lo que sugiere que hubo una menor disponibilidad de recursos para las malezas y mayor para el cultivo de lino, lo que se tradujo en un mayor número de semillas (dato no presentado) traduciéndose en un rendimiento más alto que en la mayoría de los demás tratamientos. Esto ocurrió a expensas del uso de herbicida lo que implica un mayor uso de insumos y más riesgo tanto para la salud como para el ambiente. Además, la baja cobertura del suelo en el monocultivo con uso de herbicida, significa un suelo más desprotegido con más riesgo de erosión (Craswell y Lefroy, 2001). En este año de ensayo el intercultivo con trébol rojo sembrado al voleo fue el único intercultivo que tuvo un rendimiento que no se diferenció del monocultivo con herbicida, este resultado coincide con lo expresado por Sánchez Vallduví (2012) comportamiento asociado a un mejor uso de recursos en dicho sistema de cultivo.

Por otra parte, en ese año de ensayo tampoco hubo diferencias en el rendimiento entre los intercultivos, que alcanzaron valores cercanos al promedio nacional de las últimas décadas, lo que sugiere que dichos sistemas de cultivos pueden ser una alternativa para el cultivo de lino que compatibilice la productividad (Parris, 1999) con un menor uso de insumos, lo que significaría un aporte a la sustentabilidad del agroecosistema (de la Fuente y Suarez, 2008). Por otra parte, el intercultivo con lotus al voleo fue el tratamiento con menor proporción de malezas en la biomasa total (2%), lo que sugiere que tuvo una alta capacidad supresiva de las malezas, pero el lino no fue lo suficientemente competitivo como para compensar en su rendimiento (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2011; Kurtenbach et al., 2019).

Para el monocultivo de lino sin uso de herbicida la mayor cobertura del suelo se asoció a las malezas, lo cual fue semejante a los demás intercultivos en ambos arreglos espaciales y demuestra la baja habilidad competitiva por parte del cultivo.

En este año de ensayo los intercultivos tuvieron semejante valor de cobertura del suelo, y aquellos con trébol rojo o trébol blanco, una cobertura mayor que el monocultivo con uso de herbicida. Esto resulta de interés ya que sugiere un aporte a la sustentabilidad del sistema, generando mayor protección del suelo y favoreciendo la diversidad funcional del sistema, al tener mayor diversidad de especies y en especial leguminosas (Swift et al., 2004).

Además, la mayor cantidad de residuo alcanzado en los intercultivos con trébol rojo con ambos arreglos espaciales, y con trébol blanco o lotus al voleo, se asoció a las mayores acumulaciones de biomasa de leguminosas de estos tratamientos (entre un 29 a 44% del residuo total), por lo que aporta a un residuo de mejor calidad y de mayor diversidad, lo que promueve la conservación de las propiedades del suelo.

Los resultados de este trabajo muestran que las leguminosas en intercultivo aportan volumen y calidad al rastrojo, además de aumentar la biodiversidad. Asimismo, la mayor proporción de leguminosas en el residuo de aquellos en los cuales la leguminosa se siembra al voleo podría realizar una mayor restitución al suelo de nitrógeno en forma de rastrojo, favoreciendo procesos que aumenten la diversidad microbiana y mejoren en el mediano plazo la calidad y conservación de los suelos. Esto es importante ya que, además de la fijación biológica del nitrógeno de las leguminosas, éstas permiten mejorar la calidad de la materia orgánica del suelo, aumentar la diversidad microbiana y mejorar la calidad y conservación del suelo (Park y Cousins, 1985).

A partir de los resultados de este trabajo se advierte que la respuesta a la competencia es variable de acuerdo a la resultante de la interacción entre el cultivo, las malezas y el ambiente (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2014). De este modo, la capacidad supresiva de los distintos sistemas cultivados fue diferente entre años evaluados, destacándose en los dos años aquellos intercultivos en

los cuales la leguminosa se siembra al voleo. Es valioso destacar al intercultivo con trébol rojo al voleo, el cual tuvo una importante capacidad para suprimir las malezas al evaluarla a los tres meses de la cosecha del lino, por lo que resulta una estrategia a ser considerada para un manejo de malezas a largo plazo (Malézieux et al., 2009).

Con el objetivo de buscar tecnologías de procesos, en este caso referidas al manejo de malezas y mejorar la biodiversidad de los agroecosistemas en el tiempo, las consociaciones de lino con leguminosas forrajeras, especialmente sembradas al voleo, pueden ser una estrategia de manejo de malezas a ser incorporada en los sistemas extensivos de la Argentina. Dichas alternativas, se sustentan en principios ecológicos y pueden aportar al rediseño de modelos de producción más sustentable que el dominante en nuestro país, aportando a mejorar la diversidad funcional y la sustentabilidad, con menor uso de insumos externos.

## CONCLUSIONES

Los intercultivos de lino con trébol rojo, trébol blanco o lotus permitieron una adecuada productividad del cultivo principal. La capacidad para suprimir a la vegetación espontánea varía con la especie acompañante y el arreglo espacial con que se siembre la misma. Los intercultivos con la leguminosa sembrada al voleo generan sistemas cultivados con mayor capacidad supresiva. Además, permiten lograr un residuo de cosecha con una cantidad de leguminosas que mejora su calidad, las propiedades del suelo y la biodiversidad. El intercultivo de lino con leguminosas forrajeras puede considerarse una estrategia para el manejo sustentable de malezas en el largo plazo, por mejorar la capacidad supresiva. Estas consociaciones, podrían adaptarse como alternativa productiva en la región pampeana argentina, mejorando la diversidad funcional y la sustentabilidad, con menor uso de insumos externos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Ayuso, M., Gabriel, J.L., García-González, I., Del Monte, J.P. y Quemada, M.** (2018). Weed density and diversity in a long-term cover crop experiment background. *Crop Protection*, 112, 103-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2018.04.012>
- Altieri, M.** (2002). Agroecología: Principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En S.J. Sarandón (Ed.), *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. (pp. 49-56). Ediciones Científicas Americanas.
- Andersen, M.K., Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P. y Jensen, E.S.** (2005). Biomass production, symbiotic nitrogen fixation and inorganic N use in dual and tri-component annual intercrops. *Plant and Soil*, 266, 273-287. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-005-0997-1>
- Carr, P.M., Martin, G.L. y Harris, J.D.** (1997). *Postplant tillage provides limited weed control in flax, lentil and spring wheat*. Recuperado en abril de 2011 de <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/>.
- Chiappe, M.B.** (2002). Dimensiones sociales de la agricultura sustentable. En S.J. Sarandón (Ed.) *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. (pp. 83-96) Ediciones Científicas Americanas.
- de la Fuente, E. y Suárez, S.A.** (2008). Problemas ambientales asociados a la actividad humana: la agricultura. *Ecología Austral*, 18, 239-252.
- Dhima, K.V., Lithourgis, A.S., Vasilakoglou, I.B. y Dordas, C.A.** (2007). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crop Research*, 100, 249-256. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.008>
- Etchegoyen, M.A., Ronco, A.E., Almada, P., Abelando, M. y Marino, D.J.** (2017). Occurrence and fate of pesticides in the Argentine stretch of the Paraguay-Paraná basin. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189 (2), 63. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10661-017-5773-1>
- Hauggaard-Nielsen, H., Gooding, M., Ambus, P., Corre-Hellou, G., Crozat, Y., Dahlmann, C., Dibet, A., von Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M. y Jensen, E.S.** (2009). Pea-barley intercropping for efficient symbiotic N<sub>2</sub>-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field Crop research*, 113, 64-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2009.04.009>
- Heap, I.** (2020). *The International Survey of Herbicide Resistant Weeds*. Recuperado en agosto de 2022 de <http://www.weedscience.org>

- Kanatas, P.** (2020). The role of crop rotation, intercropping, sowing dates and increased crop density towards a sustainable crop and weed management in arable crops. *Journal of Agricultural Science*, XXXI (1), 22-27.
- Kegode, G.O., Forcella, F. y Durgan, B.R.** (2003). Effects of common Wheat (*Triticum aestivum*) management alternatives on weed seed production. *Weed Technology*, 17, 764-769. <http://dx.doi.org/10.1614/WT02-151>
- Kurtenbach, M.E., Johnson, E.N., Gulden, R.H., Duguid, S., Dyck, M.F. y Willenborg, C.J.** (2019). Integrating cultural practices with herbicides augments weed management in flax. *Agronomy Journal*, 111 (4), 1904-1912. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2018.09.0593>
- Liebman, M. y Dyck, E.** (1993). Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications* 3, (1), 92-122. <http://dx.doi.org/10.2307/1941795>
- Lefroy, R.D.B., y Craswell, E.T.** (1997). Soil as a filter for nutrients and chemicals: sustainability aspects. Food and Fertilizer Technology Center : <https://www.ffc.org.tw>
- Lupi, L., Miglioranza, K.S.B., Aparicio, V.C., Marino, D., Bedmar, F. y Wunderlin, D.A.** (2015). Occurrence of glyphosate and AMPA in a agricultural watershed from the southeastern region of Argentina. *Science of Total Environment*, 536, 687-694. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.090>
- Lutman, P.J.W.** (1991). Weed control in linseed: a review. *Aspects of Applied Biology*, 28, 137-144.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP)** (2021). Informes técnicos y estimaciones: <https://datosestimaciones.magyp.gob.ar>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP)** (2021). Informes técnicos y estimaciones: <https://www.argentina.gob.ar/agricultura>.
- Malézieux, E., Crozat, Y., Dupraz, C., Laurans, M., Makowski, D., Ozier-Lafontaine, H., Rapidel, B., De Tournonnet, S. y Valentin-Morison, M.** (2009). Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agronomy Sustainable Development*, 29 (1), 44-62
- Paleologos, M.F., Iermanó, M.J., Blandi, M.L. y Sarandón, S.J.** (2017). Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología. *Redes*, 22 (2), 92-115.
- Park, J. y Cousins, S.H.** (1995). Soil biological health and agro-ecological change. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 56, 137-148.
- Parris, K.** 1999. Environmental indicators for agriculture: overview in OECD countries. En F.M. Browe y J.R. Crabtree, (Eds.), *Environmental Indicators and Agricultural policy* (pp. 25-44). CAB International.
- Petit, S., Munier-Jolain, N., Bretnolle, V., Bockstaller, Ch., Gaba, S., Cordeau, S., Lechenet, M., Mézière, D. y Colbach, N.** (2015). Ecological intensification through pesticide reduction: weed control, weed biodiversity and sustainability in arable farming. *Environmental Management*, 56, 1078-1090. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-015-0554-5>
- Prober, S.M. y Smith, F.P.** (2009). Enhancing biodiversity persistence in intensively used agricultural landscapes: A synthesis of 30 years of research in the Western Australian wheatbelt. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 132, 173-191. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2009.04.005>
- Sanchez\_Vallduví, G.E.** (2012). Manejo de malezas en lino. *Evaluación de la competencia cultivo-maleza con un enfoque agroecológico*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.
- Sanchez\_Vallduví, G.E. y Sarandon, S.J.** (2011). Effects of changes in flax (*Linum usitatissimum* L.) density and interseeding with red clover (*Trifolium pratense* L.) on the competitive ability of flax against Brassica weed. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35 (8), 914-926. <http://dx.doi.org/10.1080/10440046.2011.611745>
- Sánchez Vallduví, G.E. y Sarandón, S.J.** (2014). Principios de manejo agroecológico de malezas. En S.J. Sarandón y C.C. Flores. (Ed.), *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. (pp: 42-69). EDULP.
- Sánchez Vallduví, G.E. y Sarandón, S.J.** (2021). Análisis de la sustentabilidad ecológica de distintas estrategias de manejo de malezas en el cultivo de lino oleaginoso (*Linum usitatissimum* L.) em Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 129 (2), 1-23. <https://doi.org/10.24215/16699513e082>
- Sánchez Vallduví, G.E., Tamagno, L.N. y Signorio, R.D.** (2017). Intercultivo lino-trébol rojo y uso de dosis reducida de herbicida. Alternativas de manejo del cultivo en sistemas extensivo. *Revista Científica Agropecuaria (RCA) de Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER)*, 21 (1-2), 7-17.
- Sarandón, S.J.** (2020). Agrobiodiversidad, su rol en una agricultura sustentable. En S.J. Sarandón (Comp.), *Agrobiodiversidad, su rol en una agricultura sustentable* (pp. 13-36). EDULP.

- Sarandón, S.J. y Flores, C.C.** (2014). La agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En S.J. Sarandón y C.C. Flores (Ed.), *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (pp. 42-69). EDULP.
- Swift, M.J., Izac, A.M.N. y Van Noordwijk, M.** (2004). Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104, 113-134. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.01.013>
- Tamagno, L.N., Sánchez Vallduví, G.E. y Colman, V.P.** (2013). Consociación de lino oleaginoso con diferentes leguminosas forrajeras. Rol en la sustentabilidad de los sistemas productivos extensivos de Argentina. *Cadernos de Agroecología*, 8(2,) 13792, 1-5.
- Verret, V., Gardarin, A., Pelzer, E., Médiène, S., Makowski, D. y Valantin-Morison, M.** (2017). Can legume companion plants control weeds without decreasing crop yield? *Field Crops Research*, 204, 158-168. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2017.01.010>
- Weisberger, D., Nichols, V. y Liebman, M.** (2019). Does diversifying crop rotations suppress weeds? A meta-analysis. *PLOS ONE* 14, (7), e0219847. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219847>
- Weerarathne, L.V.Y., Marambe, B. y Chauhan, B.S.** (2017). Intercropping as an effective component of integrated weed management in tropical root and tuber crops: A review. *Crop Protection*, 95, 89-100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.028>