

INTERCULTIVO LINO-TRÉBOL ROJO Y USO DE DOSIS REDUCIDA DE HERBICIDA. ALTERNATIVAS DE MANEJO DEL CULTIVO EN SISTEMAS EXTENSIVOS

Griselda E. SÁNCHEZ VALLDUVÍ; Lía Nora TAMAGNO; Rodolfo D. SIGNORIO

¹Docentes-Investigadores Curso de Oleaginosas. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. La Plata, Argentina, CC 31. CP 1900.

Autor para correspondencia gvallduv@agro.unlp.edu.ar

RESUMEN

Para evaluar el comportamiento del cultivo de lino sembrado en monocultivo y en intercultivo con trébol rojo sin control de malezas y con control con herbicida a dosis completa o reducida se realizaron ensayos a campo en 2006 y 2007 en La Plata, Argentina. Los tratamientos fueron la resultante de la combinación de tres niveles del factor herbicida (sin herbicida, dosis reducida, dosis completa) y dos niveles del factor consociación (monocultivo, intercultivo) y la comunidad vegetal espontánea (malezas). El cultivo principal fue el lino y en el caso de intercultivo se sembró junto con trébol rojo (*Trifolium pratense* L). Sólo hubo interacción entre factores para la variable biomasa de malezas en el 2007. Para las demás variables se presenta el análisis de los factores principales. La biomasa, el rendimiento, el rendimiento relativo del lino (relativo al monocultivo con dosis completa de herbicida) y la biomasa total del sistema no se diferenciaron entre los niveles de cada uno de los factores. El rendimiento promedio del lino fue de 183 y 89 g.m⁻² y la biomasa 840 y 323 g.m⁻² en 2006 y 2007, respectivamente. En los tratamientos con trébol la biomasa de esta leguminosa fue alrededor de 1% en 2006 y 10% en 2007 respecto a la biomasa total del sistema, valores que significaron entre 7 y 49 % al considerar las leguminosas sobre la suma malezas+leguminosas. La biomasa de malezas en los tratamientos con lino fue entre un 70 y 90% menor a la registrada en la comunidad espontánea sin lino ni herbicida. En el 2006 la biomasa de malezas fue menor con ambas dosis de herbicida que sin él independientemente de la siembra en monocultivo o intercultivo. En el 2007 cuando no se aplicó herbicida esta variable fue menor en el intercultivo que en el monocultivo, mientras que no hubo diferencias cuando se usó herbicida independientemente de la dosis. Para las condiciones de este ensayo, el intercultivo lino-trébol rojo y el uso de dosis reducida de herbicida permitieron una adecuada productividad del lino con un nivel de malezas tan bajo como en el resto de los tratamientos. El herbicida a dosis reducida realizó un control semejante que con la dosis completa y la biomasa de malezas en el intercultivo cuando no se aplicó herbicida sólo fue menor en el año 2007.

* Original recibido (31/05/16)

Original aceptado (01/12/17)

Palabras clave: *Linum usitatissimum*, *Trifolium pratense*, cultivos mixtos, malezas, sustentabilidad

SUMMARY

Flax – red clover intercropping and the use of reduced doses of herbicide. alternative crop management in extensive systems.

The performance of flax monoculture and red clover intercropping without weed control and with herbicide control using normal or reduced doses was evaluated in field testings carried out in 2006 and 2007 in La Plata, Argentina. The treatment was the result of a combination of three levels of the herbicide factor (without herbicide, reduced dose and complete dose) and two levels of the consociation factor (monoculture and intercropping), and the natural vegetation (weeds). The main crop was flax and, in the case of intercropping, it was sown with red clover (*Trifolium pratense* L.). There was only interaction between factors for the weed biomass variable in 2007. The analysis of the main factors is presented for the rest of the variables. The biomass, flax yield, flax relative yield (concerning monoculture with complete dose of herbicide) and the total biomass of the system did not differ among the levels of each factor. The average flax yield was 183 and 89 g.m⁻² and the biomass 840 and 323 g.m⁻² in 2006 and 2007, respectively. In the treatment with red clover, the biomass was between 1% in 2006 and 10% in 2007 with reference to the total biomass of the system, values that represented between 7% and 49% when considering the leguminous to the total sum of weeds + leguminous. In the treatment with flax, the weed biomass was between 70% and 90% lower than the natural vegetation registered without flax or herbicide. In 2006, the weed biomass with both doses of herbicide was lower than without it; whether in monoculture or intercropping. In 2007, this variable was lower in intercropping than in monoculture without herbicide, while there were not any differences when control herbicide was used regardless of its dose. As regards the conditions of this trial, the flax-red clover intercropping and the use of reduced doses of herbicide allowed an adequate productivity of flax with a weed level as low as in the rest of the treatments. The control with herbicide in reduced doses was comparable with complete doses, and the weed biomass in the intercropping without herbicide was only lower in 2007.

Key words: *Linum usitatissimum*, *Trifolium pratense*, mixed crops, weeds, sustainability

Introducción

La profundización de la agriculturización y simplificación que viene ocurriendo en la Argentina está dando lugar a sistemas con menor biodiversidad y estabilidad (Viglizzo *et al.*, 2011). Esta realidad está acompañada por el abandono de la rotación agrícola-ganadera (Sevilla y Pasinato, 2006), la

expansión del cultivo de soja y la intensificación del uso de insumos externos al mismo. Entre ellos se destacan los herbicidas cuyo uso generalizado y excesivo ha generado numerosos problemas entre los que se encuentra la aparición de biotipos de malezas resistentes (Papa *et al.*, 2002; Heap,

2013). Como consecuencia de esto se pone en duda la capacidad de resiliencia (UNEP, 1996; Stoate *et al.*, 2001) y la productividad en el largo plazo de los agroecosistemas (Viglizzo y Frank, 2006). Se ha comenzado a tomar conciencia del impacto ambiental, social y cultural del modelo de producción dominante en nuestro país lo que lleva a un replanteo del mismo con la necesidad de compatibilizar la productividad con la conservación del medio ambiente y los recursos naturales (Parris, 1999).

La planificación de rotaciones, es uno de los aspectos para mejorar la escasa diversificación de los agroecosistemas. El lino es una especie de ciclo invernal que puede ser incorporada a los sistemas de producción agrícola de la Región Pampeana, se caracteriza por su bajo costo de producción, su adaptación a zonas marginales y por ser una alternativa para planteos ganaderos a través de su consociación con pasturas. Este cultivo ha sido tradicional en la Argentina con una superficie sembrada de alrededor de 800.000 ha por más de 30 años. A partir de la década del 1990 comienza el proceso de agriculturización y sojización y el área ocupada por este cultivo desciende de manera importante. La semilla de este cultivo se destaca como fuente de aceite industrial, proteínas y ácidos grasos omega 3, demandado actualmente para la producción de alimentos saludables.

Una característica del lino es su escasa agresividad, por lo que la interferencia con las malezas afecta negativamente su rendimiento (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2011) y la principal estrategia de manejo de las malezas es el uso de herbicidas (Lutman, 1991).

En la actualidad es creciente el interés por diseñar sistemas de manejo de malezas más sustentables (Makowski *et al.*, 2007) buscando evaluar estrategias a través de las cuales se favorezca el uso racional de los

recursos (Buhler, 2002) y la diversificación de los sistemas productivos (Swanton y Murphy, 1996) que permita disminuir el uso de insumos externos entre los que se encuentran los herbicidas. Para esto, el uso de dosis reducida de herbicidas podría constituir una alternativa de menor impacto sobre el medio ambiente (Acciaresi y Sarandón, 2002). Un ejemplo de esta práctica es el estudiado por Barros *et al.*, (2005) quienes señalaron la posibilidad de controlar *Lolium rigidum* G. en el cultivo de trigo con la utilización de dosis reducidas de herbicidas en las etapas tempranas de ese cultivo. En otro caso, también en trigo, con distintas dosis de herbicida para controlar Avena (*Avena fatua* L.) se alcanzó rendimiento y retorno neto del cultivo semejante para todas las dosis evaluadas (Lockart y Howatt, 2004). También se ha evaluado reducir la dosis de herbicida en cultivos de verano como algodón (*Gossypium hirsutum* L.) (Yamashita y Guimarães, 2006) o poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) (Silva *et al.*, 2006). En lino es poca la información sobre esta temática y la que se cuenta está orientada a usar mezclas de herbicidas (Villarías Moradillo, 1997), lo que no estaría aportando a un planteo que haga menor uso de insumos como alternativa más sustentable. La reducción de la dosis de herbicida es una alternativa que debiera ir acompañada de otras que favorezcan al sistema cultivado. En este sentido, en canola y cebada se ha señalado un efecto supresor de malezas con dosis baja de herbicida cuando esos cultivos fueron sembrados a alta densidad (O'Donovan *et al.*, 2004).

Por otra parte, la consociación de cultivos es también una estrategia que puede ser considerada para un manejo agroecológico de malezas, generando un sistema que actúa como supresor para las mismas (Sánchez Vallduví y Sarandón, 2007; 2011) afectando su capacidad reproductiva (Kegode *et al.*,

2003). Paralelamente esos sistemas pueden aumentar la biodiversidad y reducir la necesidad de usar insumos externos (Amador y Glissman, 1990; Malézieux *et al.*, 2009). Además, la siembra consociada con leguminosas forrajeras puede ser un modo de mejorar la calidad del rastrojo para que el mismo sea usado en alimentación animal (Eirin *et al.*, 2009). En el caso que el residuo de cosecha se incorpore al suelo éste podría hacer un aporte positivo en cantidad, calidad de la biomasa y del balance de nitrógeno con la consiguiente mejora en las propiedades del suelo (Lefroy y Craswell, 1997). De esta manera se favorecería a la conservación de los recursos productivos y se minimizaría el impacto ambiental externo, requisito necesario para el logro de la sustentabilidad (Flores y Sarandón, 2003).

Existen algunas experiencias que han evaluado el lino en consociación con leguminosas. Tamagno *et al.*, 2011 encontraron que en el cultivo de lino, mezclas con trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.) o lotus (*Lotus corniculatus* L.) produjeron rendimientos del cultivo aceptables y fueron señaladas como alternativas productivas que pueden aportar al diseño de modelos de producción más sustentables que el monocultivo. Por otra parte, se observó que la intersiembra de lino con trébol rojo fue más eficiente energéticamente y generó un mejor balance de N que el monocultivo (Sánchez Vallduví, 2012).

En relación al uso de herbicidas Fernández-Quintanilla *et al.*, 2006 señala que es posible el manejo adecuado de malezas integrando diferentes prácticas agronómicas con el uso de bajas dosis de herbicida. En base a esto se espera que la siembra de lino con un cultivo acompañante disminuya el crecimiento de las malezas y/o permita utilizar una menor dosis de herbicidas. Esto último podría constituir en el corto plazo una estrategia de menor uso

de insumos externos y la obtención de similar o mejor retorno económico (Lockhart y Howatt, 2004), lo que sería un aporte al manejo agroecológico.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento del cultivo de lino sembrado en monocultivo y en intercultivo con trébol rojo sin control de malezas y con control con herbicida a dosis completa o reducida.

Materiales y métodos

El 15/09/06 y el 05/09/07 se sembraron dos ensayos en el campo de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP (34°S 52°W, 15 m altitud snm). Sobre un suelo cuya clasificación taxonómica es *Argiudol* típico, familia arcillosa, fina, illítica, térmica, con un horizonte A (0-25 cm) de textura franco limosa-franca y un Bt₁ (25-40 cm) cuya textura es arcillosa (49 %) en prismas compuestos irregulares. Los datos analíticos del horizonte superficial (0-20 cm) previo a la siembra fueron: Materia orgánica: 34 y 28,8 g.kg⁻¹, pH: 5,5 y 5,5, N Total: 1,82 y 1,51 g.kg⁻¹ y P disponible (Bray Kurtz I): 20 y 16 mg.kg⁻¹ para 2006 y 2007 respectivamente.

En el 2007 previo al laboreo se fertilizó a razón de 120 kg ha⁻¹ con superfosfato triple, para garantizar suficiente cantidad de este nutriente. La siembra se realizó con sembradora experimental (marca Forti), empleándose la variedad comercial de lino Lucero INTA. Las parcelas experimentales fueron de 3,5 por 1,4 m y 0,20 m entre surcos establecidas en un diseño factorial 3 x 2, constituidos por tres niveles del factor herbicida (sin herbicida, dosis reducida, dosis completa) y dos niveles del factor consociación (monocultivo, intercultivo). Los tratamientos quedaron definidos como:

Monocultivo de lino con herbicida en dosis completa (MHc).

Monocultivo de lino con herbicida en dosis reducida (MHR).

Monocultivo de lino sin aplicación herbicida (MH0).

Lino en intercultivo con trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) con herbicida en dosis completa (IHc).

Lino en intercultivo con trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) con herbicida en dosis reducida (IHR).

Lino en intercultivo con trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) sin herbicida (IH0).

Además, se agregó el tratamiento: comunidad vegetal espontánea (malezas: M) para evaluar el efecto de los distintos sistemas de cultivo probados sobre esa comunidad.

El lino se sembró con una densidad de 800 semillas por m². En los tratamientos en intercultivo, el trébol rojo se sembró a razón de 5 kg.ha⁻¹, conjuntamente con el lino y en la misma línea.

El herbicida usado fue MCPA 28% en dosis de 1000 cm³ ha⁻¹ (dosis completa) y 500 cm³ ha⁻¹ (dosis reducida) aplicado cuando el lino tenía 20 cm de altura y las malezas estaban en estado vegetativo temprano con 3 a 4 hojas. Se eligió este producto porque puede ser usado en el cultivo de lino para control de malezas crucíferas y también es tolerado por el trébol rojo (Scheneiter, 2007; SATA, 2009).

En el estado de madurez comercial del lino (cápsulas color marrón dorado y al moverlas hacen sonido característico a sonajero) se evaluó: rendimiento de semilla de lino, peso de mil semillas, altura de planta, índice de cosecha (IC: rendimiento de semillas de lino / biomasa de lino), número de semillas.m⁻², biomasa aérea de la comunidad vegetal espontánea (malezas), de trébol, de lino y total del sistema (lino+malezas+trébol). El corte del material vegetal se realizó a ras del suelo y luego las muestras se llevaron a estufa de secado a 60 °C hasta peso constante y se registró el peso seco. Se calculó el rendimiento relativo del lino (relativo al monocultivo con dosis completa de herbicida) (RYL) para todas las repeticiones de cada uno de los tratamientos. Dicho índice relaciona la biomasa específica en la consociación con la del monocultivo, lo que permite evaluar la dinámica de la competencia (Nisensohn L. *et al.* 2011). En el caso de las consociaciones se calculó de la siguiente manera: RYL: $Y_{LL,eg}/Y_{LH}$ donde $Y_{LL,eg}$ es el rendimiento del componente L (lino) en el intercultivo con el componente Leg (leguminosas) y el Y_{LH} es el rendimiento del monocultivo de lino con uso de herbicida a dosis completa. Para el caso del monocultivo de lino sin uso de herbicida se

calculó como Y_{LL}/Y_{LH} donde Y_{LL} es el rendimiento del monocultivo de lino sin uso herbicida.

Se registró la ontogenia del lino y las temperaturas medias y precipitaciones mensuales ocurridas durante el barbecho y el ciclo del cultivo.

Los resultados fueron sometidos a análisis de la varianza y para la comparación de medias se usó la prueba de LSD ($\alpha=0,05$).

Resultados y discusión

La duración del ciclo desde la siembra a cosecha fue de 100 días en 2006 y de 113 en 2007. En ambos años hubo un acortamiento de las etapas fenológicas y del ciclo total, respecto a la duración propia del cultivar (179 días de emergencia a cosecha). En ambos años de estudio hubo que resembrar los ensayos debido a problemas en la implantación, por lo cual las fechas de siembra resultaron tardías en relación a la recomendada para la zona (fin de junio-principios de julio). Esto produjo un rápido cumplimiento de los requerimientos de temperatura y fotoperíodo causando el referido acortamiento.

Las especies predominantes en la comunidad vegetal espontánea fueron: nabo (*Brassica campestris* L.), enredadera perenne (*Convolvulus arvensis* L.), ray grass anual (*Lolium multiflorum*), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), cebollin (*Cyperus* sp.), lamium (*Lamium anplexicaule* L.) y mastuerzo (*Coronopus didymus* L.).

Las precipitaciones registradas durante todo el ciclo del cultivo fueron semejantes en ambos años (327 y 357 mm para el 2006 y 2007 respectivamente), pero la distribución fue distinta. En el primer año, se registró un 86% de las precipitaciones totales del ciclo entre la etapa de 10 cm de altura del lino y su cosecha; mientras que para ese mismo período en el segundo año fue algo menos del 30%. En consecuencia, en 2006 la disponibilidad hídrica no resultó una limitante para el crecimiento del cultivo

y sí lo fue en el 2007 impactando sobre el rendimiento de semillas. Así, los valores promedios del ensayo para esta variable fue de 183 g.m⁻² y 89 g.m⁻² en 2006 y 2007 respectivamente.

Sólo hubo interacción entre factores para la variable biomasa de malezas, por lo cual para las demás variables se presenta el análisis de los factores principales. La biomasa, el rendimiento y el rendimiento relativo del lino no difirieron significativamente entre los niveles de cada uno de los factores evaluados en ninguno de los dos años de ensayo (Cuadro 1). Este comportamiento sugiere que tanto la consociación con la leguminosa como el uso de una dosis reducida de herbicida, pueden garantizar suficiente productividad del lino, siendo este uno de los requerimientos para que una agricultura sea considerada sustentable (Sarandón y Sarandón, 1993). Estos resultados son similares a los registrados en monocultivo de trigo donde se obtuvo rendimiento similar con dosis

reducida de herbicida que con dosis normal para controlar lolium (*Lolium rigidum* G.) (Barros et al., 2005) y para controlar avena (*Avena fatua* L.) (Lockart y Howatt, 2004). El IC sólo varió entre niveles de ambos factores en 2006, cuyo valor de esta variable fue significativamente menor en el monocultivo de lino que en el intercultivo, lo que muestra una mejor partición de recursos al grano en la consociación. Este comportamiento puede explicarse a través del principio de producción competitiva el cual indica qué, si en el intercultivo los componentes del sistema tienen nichos parcialmente superpuestos, el uso de los recursos puede ser más eficiente en el intercultivo que en el cultivo sembrado puro (Vandermeer, 1989). Por otra parte, cuando no se usó herbicida el IC del lino fue menor que en los tratamientos que sí se usó en ambas dosis (Cuadro 1), lo que sugiere que al disminuir el efecto de la competencia con malezas el lino aumentó su capacidad para particionar la materia seca hacia el grano.

Cuadro 1. Biomasa, rendimiento de semilla (Rendimiento), índice de cosecha (IC) y rendimiento relativo de lino (RyL) sembrado con y sin trébol rojo, con y sin MCPA en dosis completa o reducida en 2006 y 2007. La Plata, Argentina

Factor	Nivel	Biomasa g.m ⁻²		Rendimiento g.m ⁻²		IC		RyL	
		2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Consociación	Monocultivo	826a	332 a	175 a	91 a	0,21 b	0,28 a	0,95 a	90,69 a
	Intercultivo	853a	315 a	189 a	88 a	0,22 a	0,28 a	1,03 a	87,92 a
Herbicida	Dosis completa	875a	325 a	189 a	91 a	0,214ab	0,28 a	1,03 a	90,83 a
	Dosis reducida	828a	332 a	184 a	92 a	0,222 a	0,28 a	0,96 a	91,66 a
	Sin herbicida	816a	312 a	174 a	85 a	0,211 b	0,28 a	0,99 a	85,41 a
CV (%)		9,83	18,9	11,96	15,78	11,18	15,8	12,57	7,8

Medias seguidas con letras iguales para cada factor y variable analizada no presentan diferencias significativas según la prueba de LSD ($\alpha=0,05$).

En 2006 las plantas fueron más altas, con más biomasa acumulada a cosecha y mayor

número de semillas por m² que en 2007 (Cuadro 1 y 2). En consecuencia, los valores

de rendimiento alcanzados en el primer año fueron superiores al segundo. A pesar de ello, el peso de las mil semillas fue mayor en el año 2007 debido posiblemente al menor número de semillas por unidad de superficie logrado.

Cuadro 2. Peso de mil semillas (PMS), semillas por m² y altura de lino sembrado con y sin trébol rojo, con y sin MCPA en dosis completa o reducida en 2006 y 2007. La Plata, Argentina

Factor	Nivel	PMS (g)		Semillas.m ⁻² (x 1000)		Altura (cm)	
		2006	2007	2006	2007	2006	2007
Consociación	Monocultivo	4,6 a	7,0 a	38,45 a	12,95 a	76 a	52 a
	Intercultivo	4,6 a	6,8 a	41,14 a	13,21 a	75 a	50 a
Herbicida	Dosis completa	4,6 a	7,2 a	41,09 a	12,81 a	76 a	52 a
	Dosis reducida	4,6 a	6,7 a	39,99 a	14,06 a	75 a	51 a
	Sin herbicida	4,6 a	7,0 a	38,32 a	12,36 a	76 a	49 a
CV (%)		3,72	6,80	12,22	20,04	3,75	10,5

Medias seguidas con letras iguales para cada factor y variable analizada no presentan diferencias significativas según la prueba de LSD ($\alpha=0,05$)

La biomasa total del sistema, incluyendo el peso de semillas de lino (sumatoria de lino+maleza+trébol), acumulada en la cosecha no se diferenció entre tratamientos en ninguno de los años. Para todos los tratamientos los valores de esta variable en 2006 fueron más del doble de los registrados en 2007 y en los tratamientos con trébol la biomasa de esta leguminosa significó aproximadamente un 1% en 2006 y un 10 % en 2007 respecto a la biomasa total del sistema. Probablemente las condiciones hídricas del 2007 fueron adecuadas para la implantación de todos los componentes aunque fueron deficitarias en el período crítico del lino. Se destaca que si se considera la sumatoria de la biomasa de la vegetación espontánea y trébol, los valores de leguminosas significan entre un 7 y 49 % en el 2006 y 2007 respectivamente. Se consideran importantes estos resultados ya que es conocido el aporte de las leguminosas al sistema, no sólo en favor de la biodiversidad (Amador y Glissman, 1990, Swanton y Murphy, 1996; Malézieux *et al.*, 2009) sino también por fijación biológica de nitrógeno.

Los valores de biomasa de malezas en los tratamientos con lino fueron entre un 70 y 90 % menor que la registrada en la comunidad vegetal espontánea sin cultivo ni herbicida (634 y 265 g.m⁻² en el 2006 y 2007 respectivamente).

En el 2006 la biomasa de malezas fue menor cuando se aplicó herbicida (con ambas dosis) que sin aplicación lo que ocurrió independientemente de la presencia o no del trébol rojo. En el 2007 hubo interacción entre factores para la biomasa de malezas. En el tratamiento sin herbicida esta variable fue menor en el intercultivo con trébol que en el monocultivo, mientras que no hubo diferencias cuando sí se usó herbicida independientemente de la dosis (Figura 1). Teniendo en cuenta que la merma en la biomasa de malezas registrada fue semejante con ambas dosis de herbicida, podría pensarse en la utilización de dosis reducidas como una estrategia de menor impacto al medio ambiente (Acciaresi y Sarandón, 2002) y aportar al diseño de sistemas de manejo de malezas sustentables (Makowski *et al.*, 2007), especialmente en condiciones de cultivo subóptimas, como

fueron desde el punto de vista hídrico en el Sarandón (1995).
2007, tal como los señalaron Sarandón y

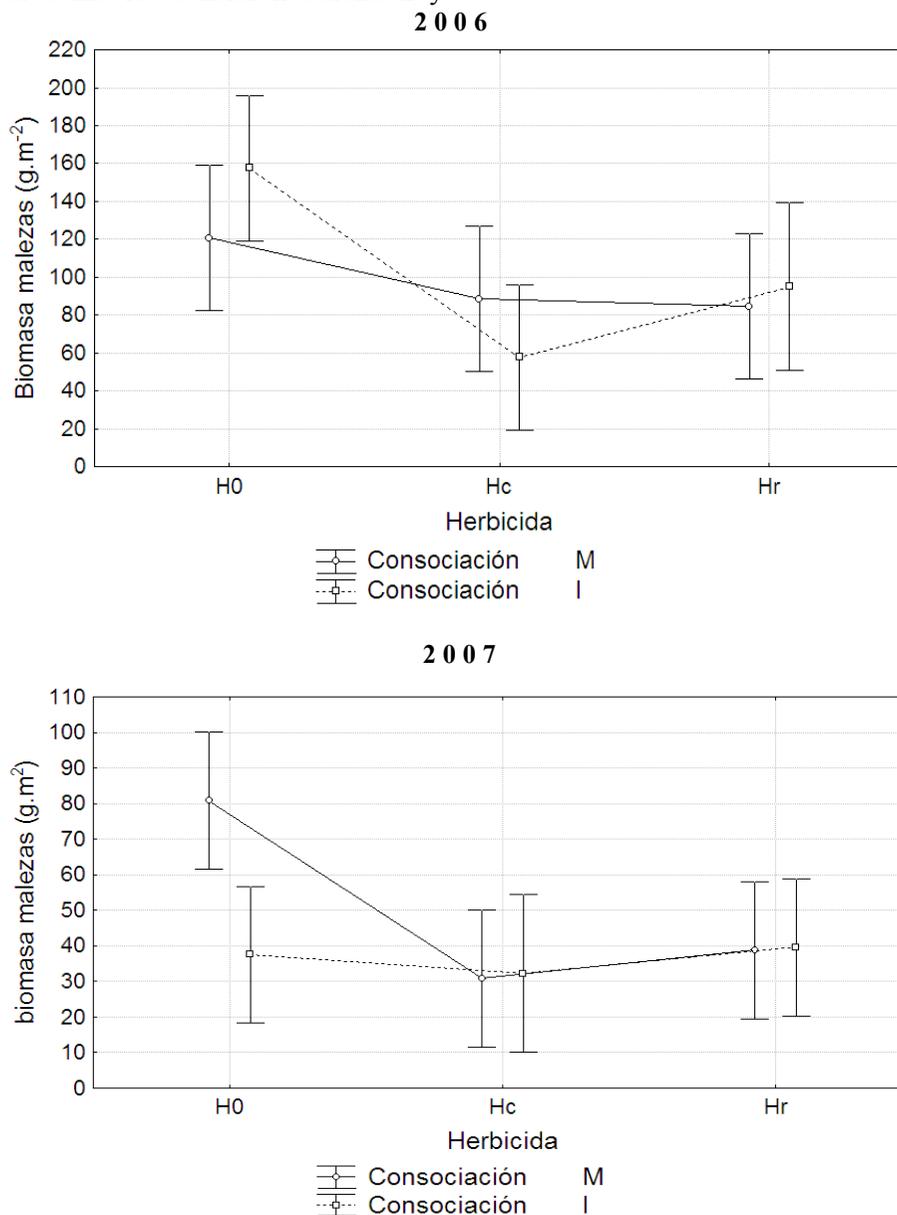


Figura 1. Biomasa de malezas con control de malezas con herbicida a dosis completa (Hc), con dosis reducida de herbicida (Hr) y sin herbicida (H0) en un lino sembrado en monocultivo (M) o en intercultivo (I) en 2006 y 2007. La Plata, Argentina. Barras verticales representan intervalo de confianza ($\alpha=0,05$)

Si bien no se evaluó el contenido de N de los residuos de cosecha, al haber presencia de trébol en los intercultivos con esta leguminosa, se puede esperar un rastreo con

más proporción de N y de mayor valor nutritivo para consumo animal, como lo señalado por Eirin *et al.*, (2009) quienes observaron mayor contenido proteico en el rastrojo de girasol sembrado en intercultivo con trébol rojo o blanco que en su monocultivo. Además, ante la posible incorporación al suelo del residuo de cosecha, el lino en intercultivo con trébol rojo podría aportar mayor cantidad de N que su monocultivo, independientemente de la dosis de herbicida usada. Esto concuerda con Sánchez Vallduví (2012) quién refiere que la consociación del lino con leguminosas podría ser una estrategia de reposición de nitrógeno al suelo para mantener su fertilidad. Esto significaría un menor impacto ambiental, requisito necesario para que una agricultura sea sustentable en el tiempo (Flores y Sarandón, 2003), compatibilizando la productividad con la conservación del ambiente (Parris, 1999), con una mejora en la calidad y conservación del suelo (Park y Cousins 1995) y en la diversidad funcional del sistema (Hector *et al.*, 1999; Swift *et al.*, 2004).

Los resultados de este trabajo sugieren que el uso de dosis reducida de herbicida y la asociación del trébol rojo con el cultivo de lino, contribuye a generar sistemas más diversificados, con menor uso de insumos y un posible menor impacto ambiental. Por ello, se las puede considerar estrategias que contribuyan a mejorar la sustentabilidad de los sistemas de producción.

Conclusiones

La siembra de lino en intercultivo con trébol rojo y el uso de dosis reducida de herbicida permitieron una adecuada productividad del cultivo de lino con un nivel de malezas tan bajo como en el resto de los tratamientos. Independientemente de la presencia o no de trébol la dosis reducida de herbicida realizó

un control semejante de malezas que a la dosis completa.

Sólo en el 2007 cuando no se aplicó herbicida la biomasa de malezas fue menor en el intercultivo lino-trébol que en el monocultivo de lino.

Agradecimientos

A Daniel Ozaeta, Nicolás Barrios y Nicolás di Tada por su colaboración en los trabajos de campo y de laboratorio. Al personal de la EEJ Hirschorn.

Referencias bibliográficas

- ACCIARESI, H. A.; SARANDÓN, S.J. (2002). Manejo de malezas en una agricultura sustentable (p: 331-361). En: Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ed. Sarandón, S. J. Ediciones Científicas Americanas.
- AMADOR, M.F.; GLIESSMAN, S. R. (1990). An ecological approach to reducing external inputs through the use of intercropping. *Agroecology*, 78: 146-159.
- BARROS, J. F. C.; BASCH, G.; DE CARVALHO, M. (2005). Effect of reduced doses of a post-emergence graminicide mixture to control *Lolium rigidum* G. in winter wheat under direct drilling in Mediterranean environment. *Crop Protection*, 24: 880-887.
- BUHLER, D. D. (2002). Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Science*, 50 (3): 273-280.
- EIRIN, M. A.; SÁNCHEZ VALLDUVÍ, G. E.; TAMAGNO, L. N.; MURÚA, D.; INTAGLIATA, J. I.; MOLINA, J. L.. (2009). Girasol en monocultura e intercultivo con trébol rojo o trébol blanco: rendimiento en grano, producción y calidad forrajera del rastrojo. *Revista de Producción Animal*, Vol. 29 Suplemento 1: 422-423.
- FERNANDEZ-QUINTANILLA, C.; LEGUIZAMON, E. S.; NAVARRETE, L.; DANCHEZ DEL ARCO, M. J.; TORNER, C.; DE LUCAS, C. (2006). Integrating herbicide rate, barley variety and seeding rate for the control sterile oat (*Avena sterilis* SP.

- Ludovisciana) in central Spain. *European Journal of Agronomy*, 23: 223-233.
- FLORES, C. C.; SARANDÓN, S. J. (2003). ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agricultura en la Región Pampeana Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*. UNLP., 105 (1):53-68.
- HEAP, I. (2013). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Sunday, December 08, 2013. Disponible en: www.weedscience.org/summary/Country.aspx.
- HECTOR, A.; SCHMID, B.; BEIERKUHNLEIN C.; CALDEIRA, M. C.; DIEMER M.; DIMITRAKOPOULOS, P. G.; FINN, J. A.; FREITAS, H.; GILLER, P. S.; GOOD, J.; HARRIS, R.; HÖGBERG, P.; HUSS-DANELL, K.; JOSHI, J.; JUMPPENEN, A.; KORNER, C.; LEADLEY, P. W.; LOREAU, M.; MINNS, A.; MULDER, C. P. H.; O'DONOVAN, G.; OTWAY, S. J.; PEREYRA, J. S.; PRINZ, A.; READ, D. J.; SCHERER-LORENZEN, M.; SCHULZE, E. D.; SIAMANTZIO-URAS, A. S. D.; SPEHN, E. M.; TERRY, A. C.; TROUMBIS, A. Y.; WOODWARD, F. I.; YACHI, S.; LAWTON, J. H. (1999). Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. *Science* 286: 1123-1127.
- KEGODE, G. O.; FORCELLA, F.; DURGAN, B. R. (2003). Effects of common wheat (*Triticum aestivum*) management alternatives on weed seed production. *Weed Technology*, 17: 764-769.
- LEFROY, R. D. B. ; CRASWELL, E. T. (1997). Soil as a filter for nutrients and chemicals: sustainability aspects. Disponible en: http://www.fftc.agnet.org/htmlarea_file/library/20110725084003/tb146.pdf
- LOCKHART S. J.; HOWATT, K. A. (2004). Split applications of herbicides at reduced rates can effectively control wild oat (*Avena fatua*) in wheat. *Weed Technology*, 18:369-374.
- LUTMAN, P. J. W. (1991). Weed control in linseed: a review. *Aspects of Applied Biology*, 28: 137-144.
- MAKOWSKI, D.; DORE, T.; GASQUEZ, J.; MUNIER-JOLAIN, N. (2007). Modeling land use strategies to optimize crop production of ecologically important weed species. *Weed Research*, 47: 202-211.
- MALEZIEUX, E.; CROZAT, Y.; DUPRAZ, C.; LAURANS, M.; MAKOWSKI, D.; OZIER-LAFONTAINE, H.; RAPIDEL, B.; DE TOURDONNET, S.; VALENTIN-MORISON, M. (2009). Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agronomy Sustainable Development*, 29: 43-62.
- NISENSOHN, L.; TUESCA, D.; FACCINI, D.; PURICELLI, E.; VITTA, J. (2011). Factores biológicos que determinan la competencia de *Commelina erecta* con otras malezas en sistemas de cultivo. *Planta Daninha*, 29 (1): 97-106.
- O'DONOVAN, J. T.; NEWMAN, J. C.; HARKER, K. N.; CLAYTON, G. W. (2004). Crop seeding rate influences the performance of variable herbicide rates in a canola-barley-canola rotation. *Weed Technology*, 18 (3): 733-741.
- O'DONOVAN, J. T.; SHARMA, M. P. (1983). Wild oats, competition and crop losses. *Proceedings Wild Oat Symposium*. Regina Canadá, p: 27-42.
- PARK, J.; COUSINS, S.H. (1995). Soil biological health and agro-ecological change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 56: 137-148.
- PAPA J. C. M.; PURICELLI, E. C.; FELIZIA, J. C. (2002). Malezas tolerantes a herbicidas en soja. *IDIA XXI*, Año 2, (3): 64-67.
- PARRIS, K. (1999). Environmental indicators for agriculture: overview in OECD countries. En: Browe, F.M. y Crabtree, J.R. (Ed), Environmental Indicators and Agricultural policy. CAB International 25-44 pp.
- SÁNCHEZ VALLDUVI, G. E.; SARANDÓN, S. J. (2007). Effects of different sowing patterns of oil linseed (*Linum usitatissimum* L.) crop on Brassica sp. As a strategy for sustainable weed management. *Biological Agriculture and Horticulture*. 25: 123-131.
- SÁNCHEZ VALLDUVI, G. E.; SARANDÓN, 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.
- RCA. Rev. cient. Agropecu. 21(1-2):7-17 (2017)

- SÁNCHEZ VALLDUVÍ, G. E. (2012). Manejo de malezas en lino. Evaluación de la competencia cultivo-maleza con un enfoque agroecológico. Tesis doctoral. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26043>
- SARANDÓN, S. J.; SARANDÓN, R. (1993). Un enfoque ecológico para una agricultura Sustentable (p. 279-286). En: Elementos de Política Ambiental. Ed. GOIN, J.; GOÑI, C. Honorable Cámara de Diputados de la provincia de Buenos Aires.
- SARANDÓN, S.J.; SARANDÓN, R. (1995). Mixture of cultivars: plot field trial of an ecological alternative to improve production or quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal Applied Ecology*, 2: 288-294.
- SATA, Guía uruguaya para la protección y nutrición vegetal. (2009). Disponible en: <http://www.laguiasata.com/principio/activo/fitosanitarios/1/page/1>.
- SEVILLA, G.; PASINATO, A. (2006). El rol de la ganadería en los sistemas mixtos. E.E.A. Concepción del Uruguay (p. 35-36). Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/empresa_agropecuaria/empresa_agropecuaria/55-ganaderia_en_sistemas_mixtos.pdf
- SCHENEITER, O. (2007). Control químico de malezas en pasturas mixtas del norte de la provincia de Buenos Aires (p. 1-3). Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/87-control_quimico.pdf
- SILVA, A. C.; CARNEIRO, J. E. S.; FERREIRA, L. R.; CECON, P. R. (2006). Consórcio entre feijão e *Brachiaria brizantha* sob doses reduzidas de gramínicida. *Planta Daninha*, 24 (1): 71-76.
- STOATE, C.; BOATMAN, N. D.; BORRALHO, R.J. RIO CARVALHO, C.; DE SNOO, G. R.; EDEN, P. (2001). Ecological impacts of intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*, 63: 337-365.
- SWANTON, C. J.; MURPHY, S. D. (1996). Weed science beyond the weeds: The Role of Integrated Weed Management (IWM) in Agroecosystem Health. *Weed Science*, 44: 437-445.
- SWIFT, M. J.; IZAC, A. M. N.; VAN NOORDWIJK, M. (2004). Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes-are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104: 113-134.
- TAMAGNO L. N.; SÁNCHEZ VALLDUVÍ, G. E.; COLMAN, V. (2011). Intercultivo de lino oleaginoso con leguminosas: Un aporte a la sustentabilidad en agroecosistemas extensivos. VII Congreso Brasileiro de Agroecologia. Fortaleza, Caera, Brasil 12 al 16 de diciembre de 2011. *Cadernos de Agroecologia*, Vol 6 N°2. Disponible en: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/10814>
- UNEP. (1996). Convention on biological diversity. Disponible en http://www.biodiv.org/doc/meetings/sbstta/sbstta-02/official/sbstta-02-10-en/Pdf_29_pp.
- VANDERMEER, J. (1989). Introduction: intercrops and ecology (p: 1-13). En: The Ecology of Intercropping. J. Vandermeer. Cambridge University Press, New York. 237 p.
- VIGLIZZO, E. F.; FRANK, F. C. (2006). Land-use option for Del Plata Basin in South America: Tradeoffs analysis based on ecosystem service provision. *Ecological Economics*, 57: 140-151.
- VIGLIZZO, E. F.; FRANK, F. C.; CARREÑO, L. V.; GOBBÁGYS, E. G.; PEREYRA, H.; CLATT, J.; PINCÉN, D.; RICARD, M. F. (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology*, 17: 959-973.
- VILLARIAS MORADILLO, J. L. (1997). Empleo de herbicidas en el cultivo de lino a dosis reducidas. Disponible en: Agricultura. Sanidad vegetal. www.magrama.gov.es/ministerio/pags/biblioteca/revistaspdf_Agri/Agri_1997_784_876_880pdf.
- YAMASHITA, O. M.; GUIMARÁES, S. C. (2006). Qualidade de sementes de algodão provenientes de plantas tratadas com doses reduzidas de glyphosate. *Planta Daninha*, 24 (2): 353-358.