



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD de CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

TRABAJO FINAL DE CARRERA

**CONSOCIACIÓN DE GIRASOL CON LEGUMINOSAS FORRAJERAS:
EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, EL USO DEL RECURSO LUZ A TRAVÉS
DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR Y LA VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE
NITRÓGENO EN LOS DIFERENTES COMPONENTES DEL SISTEMA.**

ESTUDIANTE

Riccioni, Esteban Julián

LEGAJO

24736/8

DIRECTORA

Ing. Agr. Nora Tamagno

CODIRECTORA

Ing. Agr. Claudia C. Flores

LUGAR DE TRABAJO

Cátedra de Oleaginosas

La Plata, 25 de Octubre 2017

Resumen

A partir de la década del 60' y hasta la actualidad se ha observado un fuerte proceso de agriculturización altamente dependiente de insumos externos que atentan contra la sustentabilidad de los sistemas productivos. En las dos últimas décadas este problema fue agravado por un proceso denominado sojización producto de las políticas de ese entonces. Frente a esta situación es necesaria la incorporación de sistemas más diversificados. La consociación de girasol con leguminosas forrajeras puede ser una alternativa para la diversificación y sustentabilidad de los sistemas productivos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la productividad, el contenido de nitrógeno en los diferentes componentes del sistema y la capacidad de captación del recurso luz. Se realizó un ensayo, en bloques al azar con cuatro repeticiones, donde se consoció girasol con *Trifolium repens* L. (trébol blanco), *Trifolium Pratense* L. (trébol rojo) y *Lotus corniculatus* (lotus), utilizando dos densidades de siembra al voleo para las leguminosas. Como testigos se utilizaron girasol en monocultura y girasol + herbicida en monocultura. A través del rendimiento en grano, biomasa del girasol y de las leguminosas, como así también peso de mil granos (PMG), número de semillas por planta y por metro cuadrado, se intentó demostrar los beneficios de la consociación. También se evaluó el nitrógeno acumulado en semillas de girasol, biomasa del girasol y biomasa del sistema (girasol + leguminosas + malezas) y la capacidad de captación del recurso luz a través del índice de área foliar. El rendimiento en grano del girasol si bien no presentó diferencias significativas entre tratamientos, estuvo por encima del promedio de la zona y los mayores valores se dieron cuando se consociaba con Trébol Rojo en ambas densidades. Ambos tratamientos también alcanzaron la mayor acumulación de nitrógeno total. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten continuar en la búsqueda de sistemas productivos más eficientes sin resentir el objetivo del cultivo principal cuando se lo compara con un sistema de monocultura.

ÍNDICE

ÍNDICE	3
Introducción	4
Hipótesis.....	13
Objetivos.....	13
Materiales y métodos.....	14
• Determinaciones	15
• <i>Índice de Área Foliar</i>	16
• <i>Estimación del Rendimiento del girasol</i>	16
• <i>Determinación del rendimiento del girasol (grano) y la biomasa del girasol y de las especies forrajeras</i>	17
• <i>Rendimiento relativo de girasol</i>	17
• <i>Contenido de Nitrógeno</i>	17
• <i>Análisis de los resultados</i>	18
Resultados.....	18
• Condiciones generales del cultivo.....	18
• Productividad del cultivo de girasol y del sistema.....	19
• Acumulación de Nitrógeno.....	22
• Índice de Área foliar.....	23
Discusión	25
Conclusiones.....	30
Bibliografía.....	31
Anexo.....	38

Introducción

En la actualidad, la agricultura industrial es el modelo dominante de producción en Argentina. Está caracterizado por un número reducido de cultivos y un elevado uso de insumos externos. Este modelo se produjo por el avance de la frontera agrícola por ocupación de nuevas tierras. A partir de la década del '60 dicho proceso, se acentuó como consecuencia de que los precios de los granos fueron más favorables respecto a los de la carne. Se condujo a la reducción de superficies con pasturas, relocalización y concentración del ganado vacuno (Tort, 1983; Tsakoumagkos, et al., 1990). Hacia la década del '90 comienza un proceso denominado "sojización" altamente dependiente de insumos externos y que conduce a una simplificación de los sistemas productivos afectando su biodiversidad (Altieri & Pengue, 2005).

Este modelo productivo ha provocado una serie de problemas ecológicos, sociales, culturales y económicos que ponen en duda la sustentabilidad de los sistemas agrícolas de la actualidad (Sarandón, 2002). Entre ellos se destacan las pérdidas por erosión eólica, hídrica, mayor acumulación de desechos ambientales (contaminación ambiental) pérdida de biodiversidad y agotamiento de los recursos naturales no renovables (Ghersa & Ghersa, 1989; Ghersa, 2005; Pengue, 2009). Se suman a ello, problemas como la contaminación por pesticidas, sedimentación de cuerpos de agua, eutrofización de embalses, erosión génica y cultural, resistencia creciente a agroquímicos, pérdidas de nutrientes por falta de reposición y lixiviación, etc., que agravan aún más la insustentabilidad de los sistemas productivos (Sarandón & Sarandón, 1993). Hoy se reconoce que la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura desempeñan un papel crucial en la lucha contra el hambre garantizando la sostenibilidad medioambiental y aumentando la producción agrícola y de alimentos.

Para hacer frente a todas estas dificultades e incertidumbres será necesario mantener y utilizar de forma sostenible la diversidad genética (FAO, 2013a) y la biodiversidad como una estrategia fundamental para mejorar la sustentabilidad (Amador & Gliessman, 1990; Pengue, 2005). La misma juega un papel muy importante en la estabilidad de los agroecosistemas, favoreciendo la resiliencia de los cultivos ante factores adversos, la biodiversidad de organismos antagonistas que ayudan a reducir las poblaciones de plagas y enfermedades, la exploración por parte de las raíces de la plantas en diferentes estratos del perfil del suelo (diferentes nichos ecológicos) que contribuyen a un mejor aprovechamiento de los nutrientes, así como la disminución por problemas de erosión hídrica y eólica (Altieri, 1992).

A raíz de los problemas ocasionados por el modelo de desarrollo agropecuario, en la actualidad existe un consenso creciente acerca de la necesidad de lograr una agricultura sustentable, que satisfaga las necesidades de ésta y de las futuras generaciones. Esta agricultura sustentable puede ser definida como aquella que debe ser económicamente viable, social y culturalmente aceptable, suficientemente productiva y que conserve la base de los recursos naturales y preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global (Sarandón & Sarandón, 1993).

Sin embargo, en los últimos años la investigación, la enseñanza y la extensión agropecuaria, no se han enfocado en el ansiado logro de la sustentabilidad de la agricultura y se han orientado, predominantemente, hacia una agricultura de altos insumos, intensiva en capitales y en tecnología, enfocando a los componentes individuales (cultivo, maleza, plaga o nutrientes) y no al sistema ecológico sobre el cual se aplican estas tecnologías (Altieri, 1991). Además se ha privilegiado, la rentabilidad de los modelos productivos bajo una lógica económica que no ha tenido en cuenta la preservación del ambiente (Flores & Sarandón, 2002; Zazo et al 2011). Todo ello fue en detrimento de la diversidad de cultivos sembrados y de la inclusión de la ganadería en las rotaciones, conduciendo a la agricultura a un sistema de

monocultivo, o a lo sumo, a una sucesión de cultivos (mal llamado rotación) entre cultivos estivales e invernales (Flores & Sarandón, 2002; Morello & Pengue, 2007).

En la Argentina el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*), que ha sido desplazado por la soja, es un cultivo a tener en cuenta para incrementar la diversificación de los sistemas productivos de la pampa húmeda, no sólo por su aporte económico, ya que Argentina es uno de los principales productores y exportadores de este cultivo (CIARA, 2011), sino porque además, debido a su ciclo, permite incorporarse a las rotaciones agrícola-ganadera. Tradicionalmente fue considerado un cultivo rústico y resistente a malezas, razón por la cual no tuvo el cuidado que se le brindó a sus pares estivales. Se le asignó suelos inferiores o provenientes de cultivos invernales en detrimento de la producción. En la siembra y en las tareas culturales no tuvo prioridad, quedando como cultivo de alternativa al que se recurrió cuando las posibilidades para los otros eran poco favorables. Iniciada la década del 80, el cultivo experimenta un gran cambio. Las estadísticas muestran un importante aumento de producción por unidad de superficie, especialmente en lo que se refiere a producción media de aceite, probable resultado de una combinación de disponibilidad y adopción de tecnología y notable mejora del germoplasma comercial. De los 0.8 tn/ha de fines de la década del 70, el rendimiento medio se duplica hasta alcanzar 1.6-1.8 tn/ha con potenciales reales de producción para los mejores híbridos superiores a 3 tn/ha. (ASAGIR, 2008).

En los últimos años, el avance de la frontera agrícola, dado fundamentalmente por la expansión del cultivo de soja, ha generado la disminución de la superficie sembrada con girasol en nuestro país (Figura 1), pero también ha desplazado al girasol hacia zonas de mayor riesgo productivo y menor aptitud agrícola. Esto ha causado que pese a la evolución tecnológica aplicada a dicho cultivo, no se haya experimentado un aumento en los rendimientos promedio, encontrándose en la actualidad entre 1502 y 1904 kg/ha.

Nuestro país cuenta con un potencial cultivable que se extiende desde Chaco, en el norte, hasta el sur de la región pampeana. Según la producción total, área sembrada y los rendimientos por hectárea promedio de las últimas campañas se observa el desplazamiento de las áreas productivas hacia el oeste de la región pampeana y el área chaqueña, además de su consolidación en la región sudeste de Buenos Aires (Figura 1).

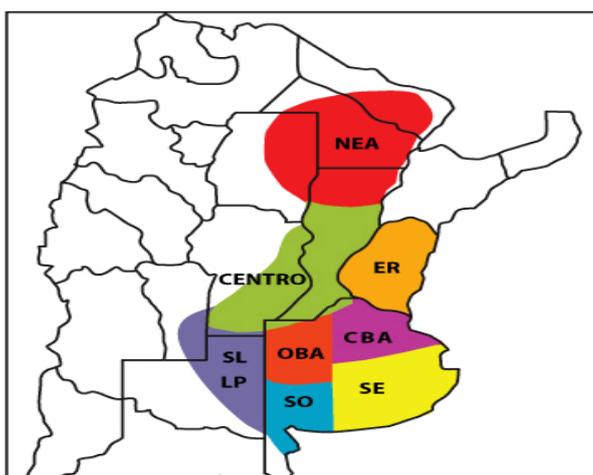


Figura 1: Distribución de la superficie potencialmente cultivable con girasol en Argentina

Analizando la evolución de la superficie sembrada por este cultivo en Argentina (Gráfico 1), el pico máximo se produjo alrededor de la campaña '98-'99, con valores superiores a los tres millones y medio de hectáreas, y a partir de allí un brusco descenso que se relaciona con la expansión de la soja transgénica que se inicia en el año 1996. Según Cámara de Industria Aceitera de la República Argentina (CIARA), en los últimos años la superficie se mantuvo alrededor de los 1,5 millones de hectáreas siendo los valores más bajos de los últimos 34 años.

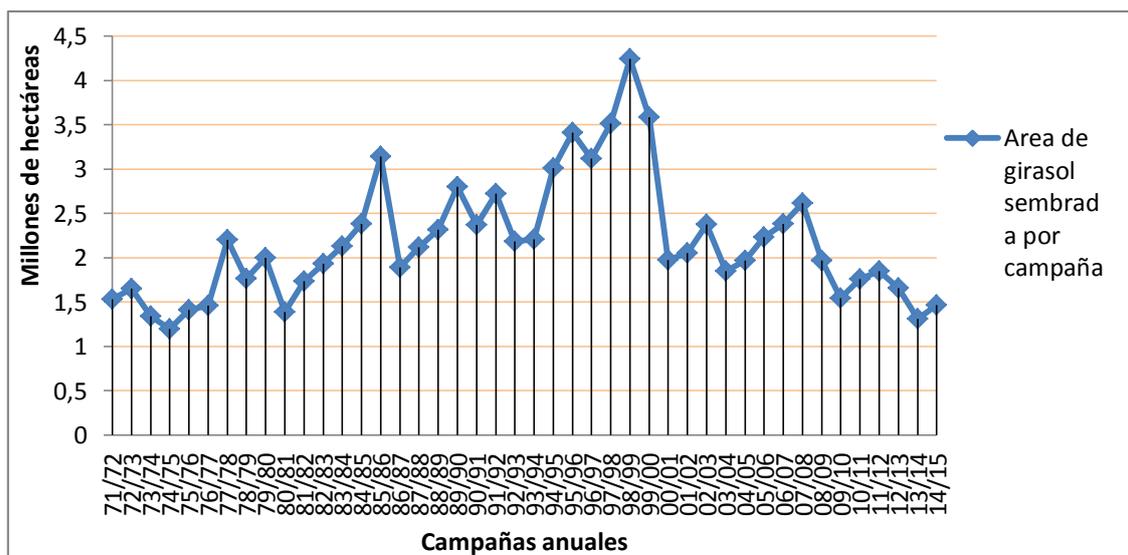


Gráfico 1. Evolución del área sembrada de girasol en la Argentina período 1972-2015. CIARA-CEC, 2016.

En base a datos de molienda, la producción de girasol en la Argentina durante las dos últimas décadas fue muy cambiante alcanzando un pico que superó a los 6 millones de toneladas en 1998/1999 y descendiendo luego a los valores del inicio del período considerado, aproximadamente 3,5 millones de toneladas (Gráfico 2) (CIARA-CEC, 2016).

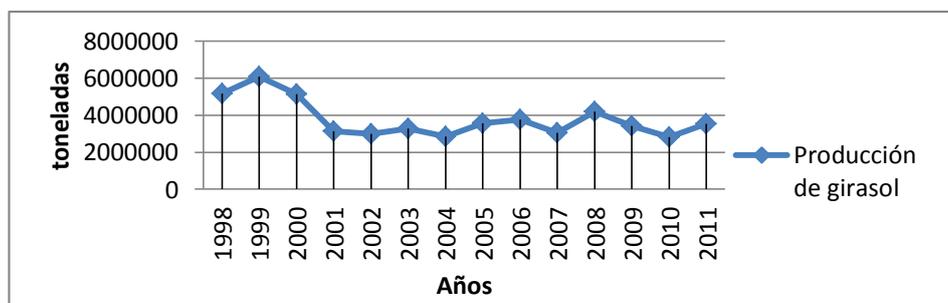


Gráfico 2: Evolución de la producción de girasol en Argentina período 1998-2011. CIARA-CEC, 2016.

En la actualidad, la participación por zonas de producción de este cultivo se conforma de la siguiente manera, en el Norte de Santa Fe y Chaco con un 17% de la producción, Córdoba y Entre Ríos (15%), Oeste de Buenos Aires, La Pampa y San Luis (25 %) y sudeste y sudoeste de Buenos Aires (43 %) (Gráfico 3).

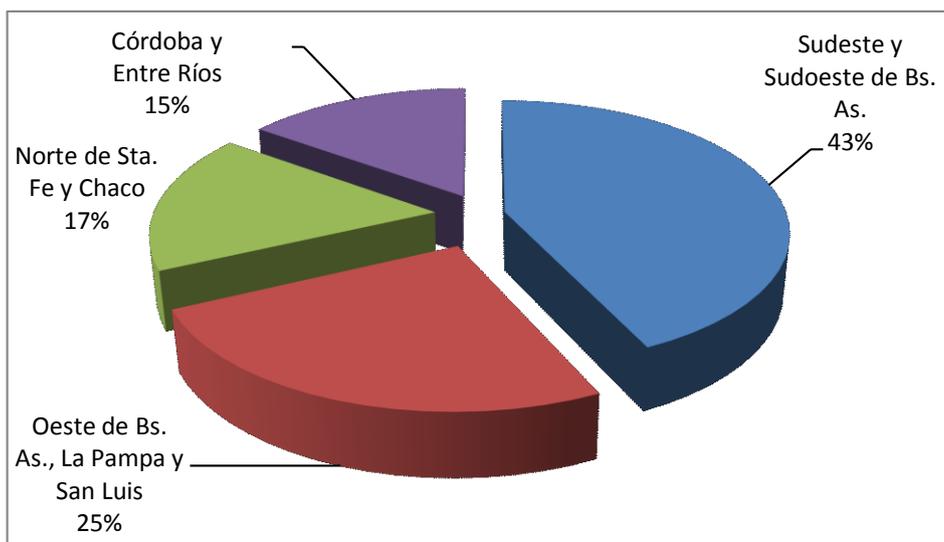


Gráfico 3: Participación por zonas de producción de la molienda de girasol en Argentina. ASSAGIR, 2012.

En el año 2010 CIARA informó que la producción mundial de girasol fue liderada por Ucrania con 6,8 millones de toneladas, continuando en segundo lugar Rusia, con 6,3 millones de toneladas y en el tercer y cuarto lugar, Argentina y Francia respectivamente con 2,3 y 1,7 millones de toneladas (Gráfico 4).

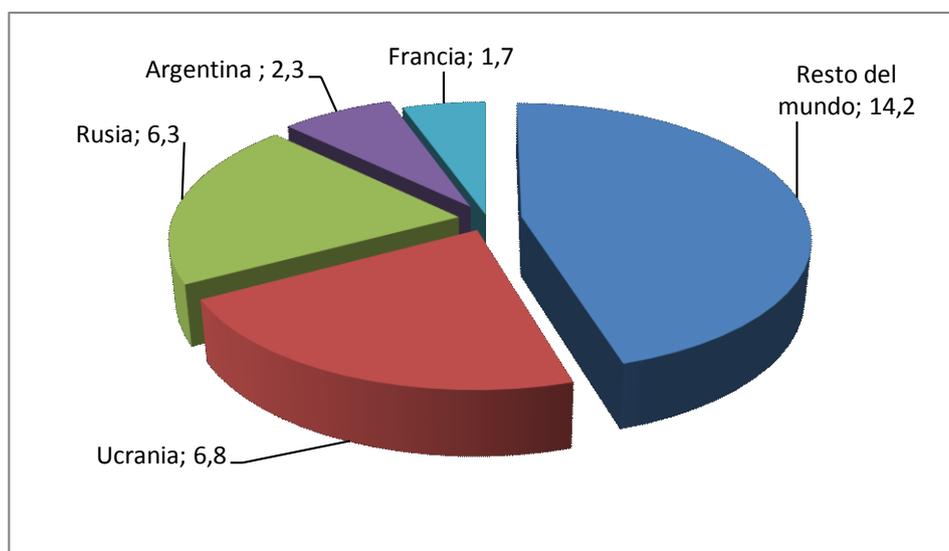


Gráfico 4: Producción mundial de girasol en millones de toneladas. CIARA- 2010.

En el mercado internacional, el principal producto de la molienda de girasol y el que contribuye casi exclusivamente a la formación de su precio, es el aceite. El resto,

principalmente harina de proteína vegetal se vende como insumo forrajero para la producción de carne y leche (ASAGIR, 2012). La producción mundial de aceite es liderada por Ucrania, siguiéndole Rusia y Argentina ocupando el tercer (Gráfico 5) (ASAGIR, 2012).

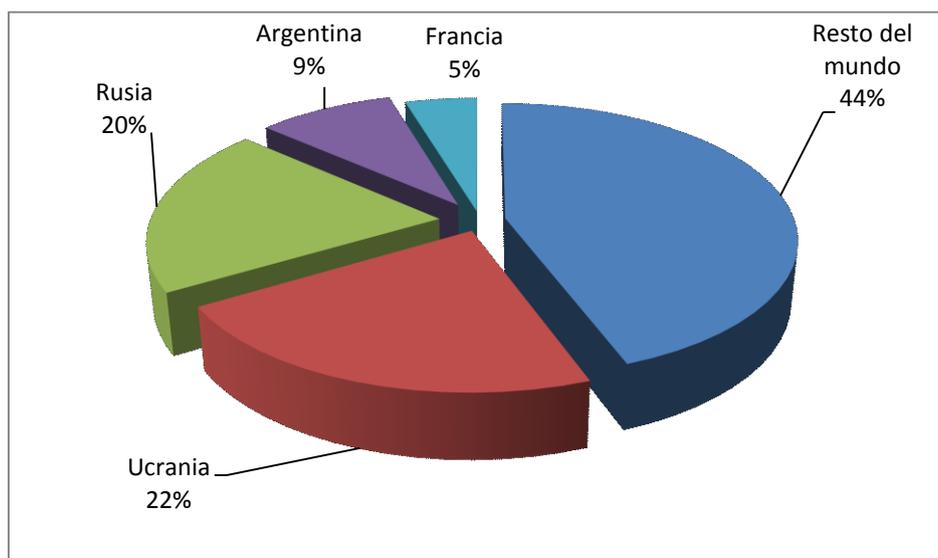


Gráfico 5: Producción Mundial de aceite de girasol en miles de toneladas. ASAGIR, 2012.

La Argentina es el primer exportador mundial de aceite y harina de girasol. En la campaña 2007/2008, nuestro país vendió 1,45 millones de toneladas (41,4% del total) de aceite. Junto a sus otros dos competidores (Ucrania, el 33,4%, y la Federación Rusa, el 12%) suman el 87% de la oferta (ASAGIR, 2012).

Aunque el cultivo de girasol puede ser una alternativa para mejorar la diversificación de los sistemas agrícolas, su sola inclusión en el sistema de rotaciones no garantiza una mejora en la sustentabilidad (Flores & Sarandón, 2002). Para cumplir con este objetivo se requiere avanzar, además, en el desarrollo de prácticas de manejo alternativo del cultivo más amigables con el medio ambiente. La diversidad también se puede lograr con técnicas de cultivos asociados o policultivos, que se describen como

prácticas de manejo que mejoran la biodiversidad de los sistemas productivos y además, son considerados también una herramienta ecológicamente apropiada para reducir el uso de insumos externos (Amador & Gliessman, 1990; Malezieux et al, 2008).

Los policultivos, cultivos mixtos, intercropping o cultivos consociados se definen como “una forma de sistemas de cultivos múltiples, donde dos o más cultivos crecen juntos en la misma superficie de tierra durante parte o todo su ciclo” (Sarandón, 2002). Estos sistemas pueden ser mezclas de diferentes especies o de cultivares o genotipos de la misma especie y pueden ser cultivados en franjas, surcos o una mezcla al azar de acuerdo a diferentes diseños o arreglos espaciales. El beneficio del uso de policultivos y el rol que esta tecnología o sistema puede cumplir en la agricultura sustentable se basa en dos grandes aspectos: un mejor comportamiento ante la presencia de adversidades: enfermedades, malezas y plagas; y una mayor eficiencia en el uso de los recursos (Sarandón, 2002).

Varios autores también han referido que la siembra en intercultivos puede permitir una exploración del suelo por las raíces de los cultivos a distintos niveles, evitando la competencia entre los mismos y aprovechando mejor los recursos (Liebman y Dick, 1993, Sarandón y Labrador Moreno, 2002, Sarandón y Chamorro, 2003).

En general se puede afirmar que la gran mayoría de las experiencias de intercultivos se refieren a sistemas de producción intensivos o producción familiar y son pocas las relacionadas a alternativas tecnológicas para la producción extensiva. (Sarandon, 2000).

En cultivos extensivos, se han citado experiencias de intercultivos a nivel mundial, tales como mezclas de girasol con mostaza (*Brassica hirta* L.) (Putnam & Allan, 1992) girasol con tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) (Borsuk et al., 2005) y girasol con maíz (*Zea mays* L.) (Soel & Cordula, 2005). Entre las diversas experiencias

desarrolladas en nuestro país con intercultivo, se puede mencionar la siembra en mezcla de diferentes genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) (Sarandon y Sarandon, 1995), colza (*Brassica oleracea* L.) (Chamorro et al, 2006) y girasol (Sánchez Vallduví et al, 2006) y también la consociación entre diferentes especies, tal es el caso de lino (*Linum ussitatissimum* L.) en mezcla con diferentes especies de leguminosas forrajeras (Tamagno et al, 2011). En La Plata, Argentina, Sanchez Vallduvi et al, (2012) evaluaron la siembra de girasol consociado con leguminosas forrajeras y mencionan que puede considerarse a esta mezcla una alternativa productiva aceptable en el marco de un sistema más sustentable que la monocultura y destacan la necesidad de continuar con el estudio del mismo.

Es importante considerar la evaluación del uso de algunos recursos (luz y nitrógeno) en esos sistemas, que pueden variar debido a diferencias existentes en el canopeo entre el girasol y las leguminosas forrajeras, que puede llevar a una mayor productividad del mismo. A su vez, la inclusión de especies leguminosas aporta una ventaja por su capacidad de fijar el N atmosférico a través del proceso de simbiosis de las raíces con bacterias del género *Rhizobium*. Por este motivo es esperable una menor competencia por dicho recurso entre los componentes de la mezcla al haber una menor superposición de nichos ecológicos, ya que el girasol tiene un desarrollo radical más importante durante las primeras etapas de crecimiento, pudiendo llegar a estratos más profundos que las leguminosas (Gliessman, 2002).

La presencia de especies leguminosas en una consociación podrá mejorar la infiltración de agua en el perfil (por una mejora en la estructura del suelo debido a la característica de su desarrollo radical), aumentar la fertilidad del suelo (en caso de utilizarse a las leguminosas para incorporarlas en el mismo), generar mayor acumulación de agua en el perfil, mejorar el control de la erosión eólica e hídrica, disminuir el daño por adversidades y reducir riesgos económicos (Sarandón, 2002).

El girasol, por sus características agronómicas, es un cultivo que tolera bien situaciones climáticas y de suelos adversas como estrés hídrico, temperaturas elevadas, suelos con problemas de compactación y fertilidad. La siembra consociada de este cultivo con ciertas leguminosas forrajeras podría asociarse a la recuperación de suelos y protección de los mismos frente a problemas de erosión hídrica y eólica.

Por otra parte, las leguminosas forrajeras aportarían una mayor cobertura y calidad nutricional al sistema, por lo cual la consociación podría ser pensada para la incorporación al suelo o el pastoreo animal post-cosecha mejorando la calidad del rastrojo de girasol que se caracteriza por una baja calidad nutricional y escasa cobertura del suelo.

Hipótesis

La consociación de girasol con una leguminosa forrajera (*Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* o *Trifolium repens*) como acompañante, mejora la productividad y el uso de recursos (luz y nitrógeno) del sistema, dependiendo su resultado tanto de la especie como de la densidad de la leguminosa acompañante.

Objetivos

Evaluar la productividad, a través del rendimiento en grano y la biomasa de los diferentes componentes del sistema (girasol, leguminosas y malezas), de un policultivo de girasol sembrado con leguminosas forrajeras (*Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* o *Trifolium repens*) a diferentes densidades de siembra.

Evaluar, la capacidad de uso del recurso luz, a través del índice de área foliar (IAF) del girasol sembrado en consociación con leguminosas forrajeras (*Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* o *Trifolium repens*) a diferentes densidades de siembra.

Evaluar la acumulación de nitrógeno en todos los componentes del sistema (girasol, leguminosas forrajeras y malezas) en un policultivo de girasol sembrado con leguminosas forrajeras (*Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* ó *Trifolium repens*) a diferentes densidades de siembra.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un ensayo a campo (Anexo, foto 1) en el establecimiento “La Sara”, ubicado sobre la ruta provincial número 51, a 10 km de la ciudad de 25 de Mayo (Provincia de Buenos Aires).

El diseño del ensayo fue en bloques al azar con cuatro repeticiones.

Los tratamientos fueron los siguientes:

G Girasol puro

GH- Girasol puro con aplicación de herbicida pre emergente

GR1- Girasol + Trébol Rojo (Densidad 1: 10,5 kg/ha)

GR2- Girasol + Trébol Rojo (Densidad 2: 16 kg/ha)

GB1- Girasol + Trébol Blanco (Densidad 1: 6,5 kg/ha)

GB2- Girasol + Trébol Blanco (Densidad 2: 10 kg/ha)

GL1- Girasol + Lotus corniculatus (Densidad 1: 10,5 kg/ha)

GL2- Girasol + Lotus corniculatus (densidad 2: 16 kg/ha)

Preparación cama de siembra:

El lote fue preparado bajo un sistema de labranza convencional. Se realizaron dos pasadas de disco, rastras y rolos previos a la siembra.

El 26 de octubre de 2011 se sembró un híbrido simple del semillero Buck (Buck 250), de ciclo intermedio-corto, con alto contenido de materia grasa. Las parcelas fueron de 8 metros de longitud y 5 surcos espaciados a 0,52 metros entre sí (2,6 metros). En

todos los tratamientos el girasol fue sembrado a una densidad de 3 semillas/ metro lineal. Las leguminosas forrajeras se sembraron manualmente y al voleo en el mismo momento de la siembra del girasol.

Para el tratamiento GH el herbicida utilizado fue Flumetsulan, que es un producto hormonal de pre-emergencia, selectivo para leguminosas, en una dosis de 75 grs/ha.

La fertilización del ensayo se hizo con 50 kg/ha de superfosfato triple, aplicado al momento de la siembra y en la misma línea del cultivo de Girasol, como dosis de arranque recomendada para suelos con valores de fosforo menores a 12 ppm.

- *Determinaciones*

Durante el ciclo del cultivo se llevó a cabo su registro fenológico de acuerdo a la clave de Schneiter y Miller (1981) (Tabla 1), así como la emergencia de todas las especies forrajeras.

Tabla 1: Registro fenológico del girasol evaluado en situación de campo. VE: Emergencia del cultivo. V6: Etapa vegetativa del cultivo con 6 hojas verdaderas de más de 4 cm de longitud. R1: Visualización de la etapa reproductiva del cultivo. R5: Antesis del cultivo. R7: Etapa reproductiva. R9: Madurez fisiológica. 25 de Mayo. Buenos Aires. Argentina. 2012

ESTADO FENOLOGICO	DESCRIPCIÓN	FECHA
VE	Emergencia de la plántula. Primera hoja sobre los cotiledones menor de 4 cm	06-11-2011
V6	La planta posee 6 hojas verdaderas de más de 4 cm	29-11-2011
R1	Inflorescencia rodeada de brácteas inmaduras. Comienza a ser visible, apareciendo como una estrella	17-11-2011
R5	Comienzo de floración	10-01-2012
R7	El envés del capítulo se torna amarillo pálido	01-02-2012
R9	Madurez fisiológica-cosecha del cultivo. Las brácteas se tornan amarillas y marrones	25-02-2012

- *Índice de Área Foliar*

El índice de área foliar (IAF) fue definido por Watson (1947) como el total de área de hoja presente por unidad de área de cultivo; de este modo el IAF caracteriza una canopia en un agroecosistema, siendo clave en el análisis del crecimiento de los cultivos, la productividad, el uso del agua, el manejo de las malezas y las enfermedades. La medida directa del IAF es un trabajo intensivo, lento y puede ser altamente variable e impreciso si no es adecuadamente tomada la muestra. Debido a la dificultad de la medida es que han sido usados y testeados diferentes métodos para la determinación de este parámetro.

Se estimó el área foliar mediante la aplicación de una fórmula desarrollada por V. Pereyra y C. Farizo (1982). En el estado R5 (floración) se realizó la medición de altura de las plantas y ancho de todas las hojas de las plantas a muestrear (2 plantas por parcela).

Las fórmulas aplicadas fueron las siguientes:

Para valores de X (ancho de hoja) entre 0 y 21 cm se utilizó $Y = 0,8 \cdot X + 0,697 \cdot X^2$

Para valores de X (ancho de hoja) superiores a 21 cm se utilizó $Y = -15 + 4,297 \cdot X + 0,565 \cdot X^2$

Con los datos estimados de área foliar se procedió a calcular el índice de área foliar (IAF).

- *Estimación del Rendimiento del girasol*

En madurez (R9) se estimó el rendimiento en grano del cultivo de girasol con el método de la "regla graduada sobre la base del diámetro de capítulos" (Pereyra y Farizio, 1979) (Anexo, foto 2).

- *Determinación del rendimiento en grano del girasol y de la biomasa del girasol, de las especies forrajeras y las malezas.*

Para evaluar biomasa y rendimiento del girasol se procedió a la cosecha del girasol, cortando dos plantas enteras (sin raíces) y dos capítulos por parcela en todos los tratamientos. Los granos se separaron mediante la trilla manual de los capítulos.

La biomasa acumulada de las leguminosas y de las malezas se determinó a partir de cortes con cuchillo a una altura desde el suelo de unos 5 cm. Para cada tratamiento se realizaron dos cortes de 0,25 m² por parcela (cuyos valores fueron llevados posteriormente a gramos de biomasa/m²).

En laboratorio, se procesaron todas las muestras, se secaron en estufa a 60° C hasta peso constante y se registró el peso seco.

Se determinaron los componentes del rendimiento: peso de mil granos (PMG) y número de granos por planta y por metro cuadrado.

- *Rendimiento relativo de girasol*

Se realizó el cálculo de rendimiento relativo en grano de girasol para todos los tratamientos (G; GB1; GB2; GR1; GR2; GL1; GL2) contrastándolo con el tratamiento GH (Girasol puro con aplicación de herbicida pre emergente).

- *Contenido de Nitrógeno*

Del material procesado en laboratorio se tomaron muestras de grano, biomasa de girasol y biomasa de las leguminosas forrajeras y de las malezas y con ellas se realizó el análisis del contenido de Nitrógeno de cada tratamiento a través de método de micro-kjeldahl. Se calculó el porcentaje de nitrógeno.

- *Análisis de los resultados*

Los datos se analizaron mediante el ANOVA y se utilizó el test de Tukey para la comparación entre medias ($p < 0,05$).

Resultados

- *Condiciones generales del cultivo*

Previo a la siembra del ensayo, se realizó una toma de muestra de suelo, la que se analizó en laboratorio y arrojó los resultados que se observan en la Tabla 2.

Tabla 2: pH, conductividad eléctrica (CE), Fósforo disponible (P) (Bray y Kurtz 1), Carbono orgánico (C), Materia orgánica (MO), Nitrógeno total (Nt) y relación Carbono Nitrógeno (C/N) en el lote utilizado en el ensayo. Localidad: 25 de Mayo. Buenos Aires. Argentina. 2011.

ANALISIS	UNIDADES	RESULTADOS
pH (1:1,25)		7,3
C.E.	[dS.m ⁻¹]	1,55
P	[ppm]	8
C	[%]	3,08
M.O.	[%]	5,3
Nt	[%]	0,238
C/N		12,9

En cuanto a las precipitaciones, el cultivo comenzó su ciclo con un régimen normal de lluvias y con una adecuada humedad en el perfil de suelo que permitió una buena implantación y un rápido establecimiento del mismo (Gráfico 7).

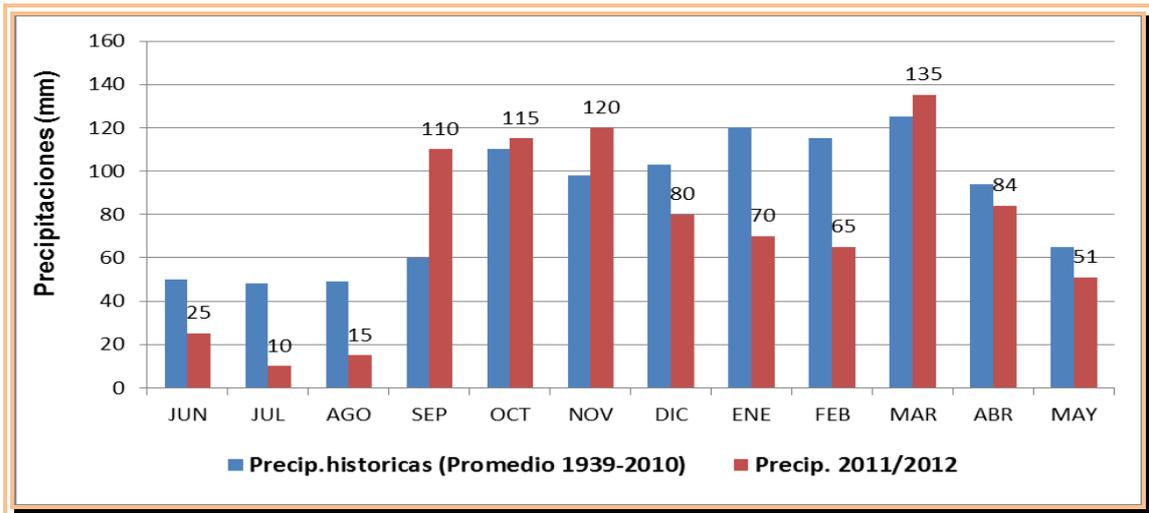


Gráfico 7: Precipitaciones históricas (promedio de los años 1939- 2010) y durante el ciclo del cultivo de girasol 25 de Mayo. 2011/12. Fuente: INTA 25 de Mayo

Durante los meses de diciembre y enero (período crítico del girasol) las precipitaciones fueron ligeramente menores que el promedio histórico. Para este período se observó una importante presencia de malezas (Anexo, Fotos 3 y 4).

- *Productividad del cultivo de girasol y del sistema*

El rendimiento en grano promedio alcanzado en el ensayo (4650 kg/ha) fue superior al promedio de la Provincia de Buenos Aires, de la campaña 2011-2012 que fue de 1893 kg/ha (CIARA-CEC, 2016).

Para esta variable no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, se observó una tendencia al incremento del rendimiento en las parcelas consociadas con trébol rojo, tanto en la densidad alta como en la baja (Tabla 3).

La biomasa vegetativa del cultivo de girasol fue significativamente mayor en el tratamiento con trébol rojo con densidad baja respecto al girasol en monocultura (tanto con herbicida como sin él) y al tratamiento con lotus en densidad baja.

La biomasa de leguminosas fue significativamente mayor en las consociaciones con trébol rojo. A su vez, el tratamiento con trébol rojo a densidad alta presentó una biomasa de leguminosas significativamente mayor que el tratamiento con trébol rojo a densidad baja.

Tabla 3: Rendimiento en grano (gr/m²), biomasa vegetativa de girasol (g/m²) y biomasa de leguminosas (g/m²) en los distintos tratamientos.

Tratamientos:(G: Girasol puro; GH: Girasol puro con aplicación de herbicida como pre emergente; GR1: Girasol con Trébol Rojo sembrado a baja densidad; GR2: Girasol con Trébol Rojo sembrado a alta densidad; GB1: Girasol con Trébol Blanco sembrado a baja densidad; GB2: Girasol con Trébol Blanco sembrado a alta densidad; GL1: Girasol con lotus sembrado a baja densidad; GL2: Girasol con Lotus sembrado a alta densidad). Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (p< 0,05).

TRATAMIENTOS	Rendimiento en grano (gr/m ²)	Biomasa vegetativa girasol (gr/m ²)	Biomasa leguminosas (gr/m ²)
G	431,6 a	558,9 b	---
GH	458,4 a	580,8 b	---
GR1	505,2 a	765,7 a	34,3 b
GR2	523,1 a	704,6 ab	50,3 a
GB1	496,3 a	657,3 ab	10,3 c
GB2	453,9 a	608,6 ab	10,8 c
GL1	416,6 a	542,5 b	6,0 c
GL2	434,9 a	601,0 ab	2,9 c

La biomasa total del girasol (tallo + receptáculo + rendimiento en grano) aumentó en todos los tratamientos, cuando este se encontraba consociado con las leguminosas forrajeras, excepto en el tratamiento GL1, donde se registró el menor valor junto al tratamiento en girasol no consociado sin uso de herbicida. (Gráfico 8).

Tratamientos:(G: Girasol puro; GH: Girasol puro con aplicación de herbicida como pre emergente; GR1: Girasol con Trébol Rojo sembrado a baja densidad; GR2: Girasol con Trébol Rojo sembrado a alta densidad; GB1: Girasol con Trébol Blanco sembrado a baja densidad; GB2: Girasol con Trébol Blanco sembrado a alta densidad; GL1: Girasol con lotus sembrado a baja densidad; GL2: Girasol con Lotus sembrado a alta densidad). Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

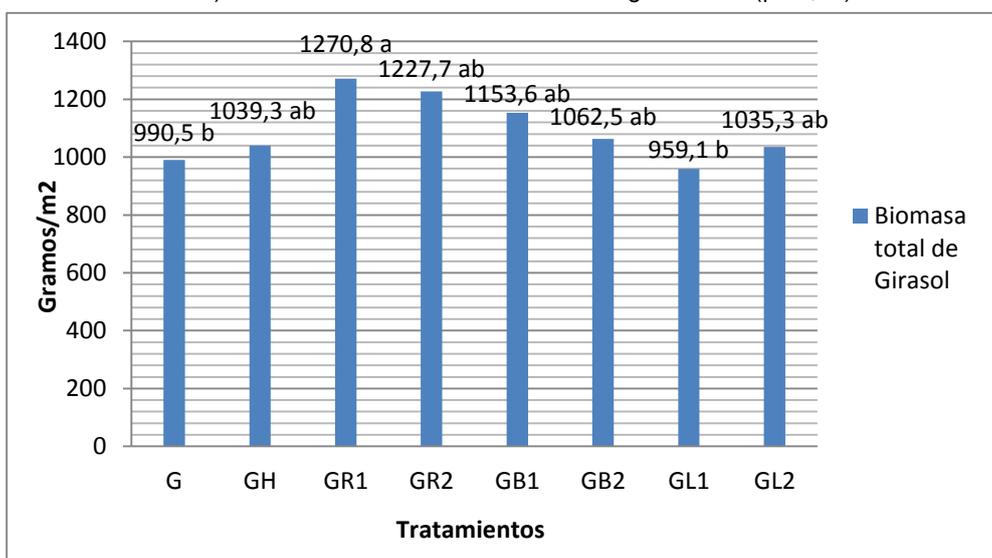


Gráfico 8: Biomasa total del girasol (tallo + receptáculo + rendimiento en grano) en los distintos tratamientos. Valores expresados en gramos/m².

El rendimiento relativo en grano, no presentó diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo se observó una tendencia a su aumento cuando el girasol se sembró en consociación con algunas leguminosas forrajeras (Gráfico 9).

Tratamientos:(G: Girasol puro; GH: Girasol puro con aplicación de herbicida como pre emergente; GR1: Girasol con Trébol Rojo sembrado a baja densidad; GR2: Girasol con Trébol Rojo sembrado a alta densidad; GB1: Girasol con Trébol Blanco sembrado a baja densidad; GB2: Girasol con Trébol Blanco sembrado a alta densidad; GL1: Girasol con lotus sembrado a baja densidad; GL2: Girasol con Lotus sembrado a alta densidad). Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

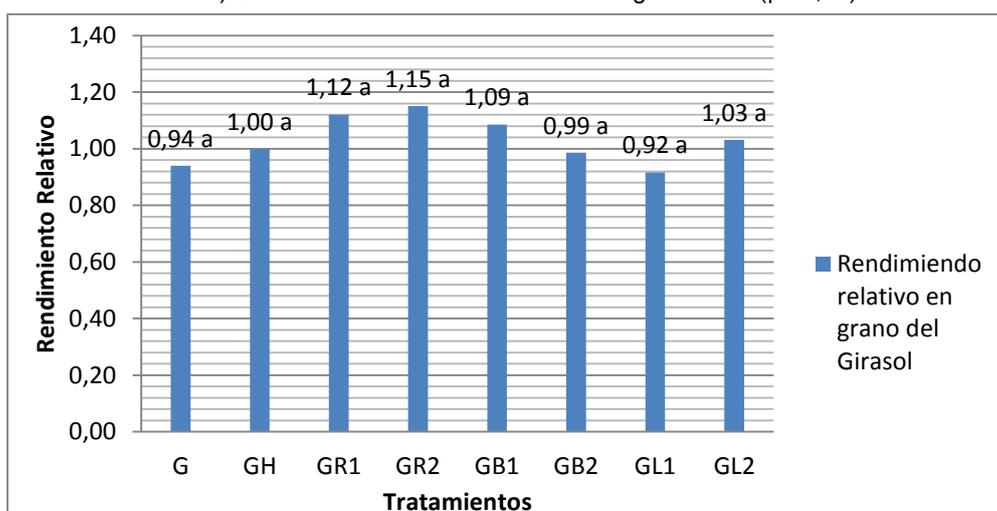


Gráfico 9: Rendimiento relativo en grano del girasol para todos los tratamientos. 25 de Mayo. Buenos Aires. Argentina. 2012.

El peso de mil granos fue el único componente de rendimiento que se diferenció estadísticamente entre tratamientos. El mayor valor (67,3 g) lo alcanzó el girasol consociado con trébol rojo en alta densidad (GR2), valores intermedios se obtuvieron GR1 y GL2 y en el resto de los tratamientos el peso de mil granos fue estadísticamente menor. (Tabla 4).

Tabla 4: Numero de granos por metro cuadrado, número de semillas por planta y peso de mil granos (PMG) para todos los tratamientos. 25 de Mayo, Buenos Aires, Argentina. 2012.

Tratamientos:(G: Girasol puro; GH: Girasol puro con aplicación de herbicida como pre emergente; GR1: Girasol con Trébol Rojo sembrado a baja densidad; GR2: Girasol con Trébol Rojo sembrado a alta densidad; GB1: Girasol con Trébol Blanco sembrado a baja densidad; GB2: Girasol con Trébol Blanco sembrado a alta densidad; GL1: Girasol con lotus sembrado a baja densidad; GL2: Girasol con Lotus sembrado a alta densidad). Letras distintas indican diferencias significativas según (P< 0,05).

TRATAMIENTOS	Nro. granos/m2	Nro. granos/planta	PMG (g)
G	7493,7 a	1498,7 a	57,3 b
GH	7836,4 a	1567,3 a	58,5 b
GR1	8030,4 a	1606,1 a	62,8 ab
GR2	7778,2 a	1555,6 a	67,3 a
GB1	8354,3 a	1670,9 a	58,8 b
GB2	7680,7 a	1536,1 a	58,5 b
GL1	7468,7 a	1493,7 a	56,0 b
GL2	7112,9 a	1422,6 a	60,6 ab

- *Acumulación de Nitrógeno*

La consociación de girasol con trébol rojo a densidad alta fue la que expresó el máximo contenido de nitrógeno en semilla, diferenciándose significativamente sólo de los tratamientos girasol consociado con trébol blanco a alta densidad y girasol puro con herbicida (Tabla 5).

Respecto al contenido de nitrógeno en plantas de girasol no hubo diferencias significativas, pero su mayor valor lo alcanzó cuando estuvo asociado con trébol rojo a baja densidad.

El contenido de nitrógeno en Leguminosas fue mayor (con diferencias significativas) para el tratamiento de girasol con trébol rojo a alta densidad, que a su vez estuvo

correlacionado con el mayor valor de porcentaje de nitrógeno acumulado en las mismas (Tabla 5).

El contenido de nitrógeno de malezas, fue mayor para el tratamiento de girasol puro en monocultura, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos.

Se observa que la consociación de girasol con trébol rojo a alta densidad presenta el mayor valor de porcentaje de nitrógeno en semilla entre los tratamientos evaluados.

Nuevamente, el resultado de nitrógeno total (N en granos, malezas, leguminosas y girasol) fue mayor para la consociación de girasol con trébol rojo a alta densidad, diferenciándose estadísticamente sólo del tratamiento de girasol con trébol blanco a alta densidad.

Tabla 5: Peso de nitrógeno (N) en granos, en planta (tallo + receptáculo de Girasol), en leguminosas, en malezas y total expresados en gramos/ m². Porcentaje de Nitrógeno en granos de girasol y Porcentaje de Leguminosas.

Tratamientos: (G: Girasol puro; GH: Girasol puro con aplicación de herbicida como pre emergente; GR1: Girasol con Trébol Rojo sembrado a baja densidad; GR2: Girasol con Trébol Rojo sembrado a alta densidad; GB1: Girasol con Trébol Blanco sembrado a baja densidad; GB2: Girasol con Trébol Blanco sembrado a alta densidad; GL1: Girasol con lotus sembrado a baja densidad; GL2: Girasol con Lotus sembrado a alta densidad). Letras distintas en columnas indican diferencias significativas (p < 0,05).

TRATAMIENTOS	N en granos (gramos/m ²)	N en planta (gramos/m ²)	N en Leg. (gramos/m ²)	N en Malezas (gramos/m ²)	N total (gramos/m ²)	% de N en granos	% de N en Leg.
G	9,0 ab	5,78 a	----	1,6 a	16,30 ab	2,15 ab	----
GH	8,43 b	6,97 a	----	0,90 b	16,30 ab	1,88 b	----
GR1	11,13 ab	9,17 a	0,83 b	0,70 b	21,80 ab	2,21 ab	2,45 ab
GR2	12,77 a	8,90 a	1,47 a	0,70 b	23,87 a	2,45 a	2,68 a
GB1	9,7 ab	7,21 a	0,29 c	0,70 b	17,90 ab	2,12 ab	2,51 ab
GB2	8,57 b	5,88 a	0,18 c	0,60 b	15,23 b	2,14 ab	2,58 a
GL1	10,43 ab	6,40 a	0,20 c	0,60 b	17,80 ab	2,48 a	2,53 ab
GL2	11,40 ab	7,81 a	0,19 c	0,60 b	20,00 ab	2,43 a	2,18 b

- *Índice de Área foliar*

Los valores de área foliar promedio por tratamiento medidos en el estado R5 (floración) del cultivo fluctuaron entre 0,566 y 0,495 m².pl⁻¹. (Grafico 10).

Tratamientos:(G: Girasol puro; GH: Girasol puro con aplicación de herbicida como pre emergente; GR1: Girasol con Trébol Rojo sembrado a baja densidad; GR2: Girasol con Trébol Rojo sembrado a alta densidad; GB1: Girasol con Trébol Blanco sembrado a baja densidad; GB2: Girasol con Trébol Blanco sembrado a alta densidad; GL1: Girasol con lotus sembrado a baja densidad; GL2: Girasol con Lotus sembrado a alta densidad).

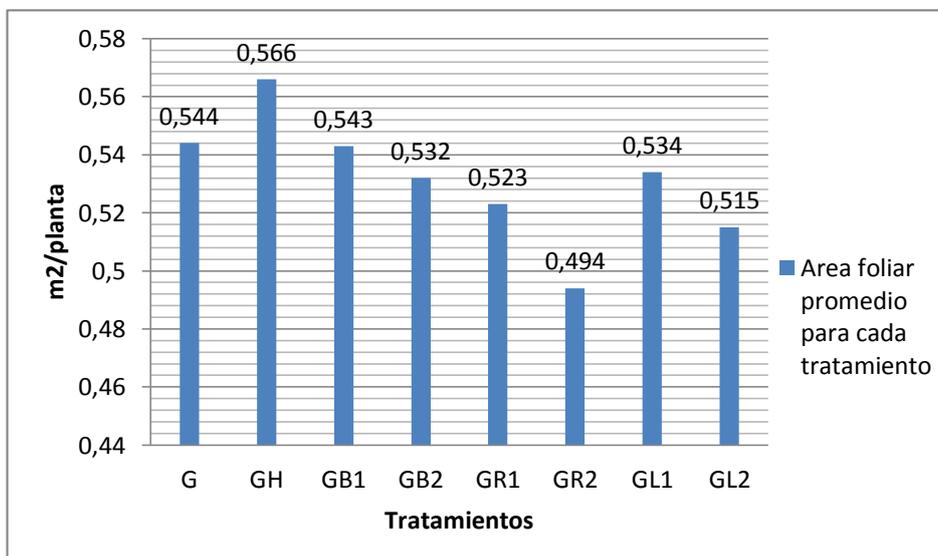


Gráfico 10: Resultado del área foliar promedio de cada tratamiento expresado en m².pl⁻¹

El índice de área foliar (IAF) calculado en el estado R5 (Floración) no se diferenció estadísticamente entre tratamientos, sus valores fueron entre 2,87 y 3,29. (Gráfico 11)

Tratamientos:(G: Girasol puro; GH: Girasol puro con aplicación de herbicida como pre emergente; GR1: Girasol con Trébol Rojo sembrado a baja densidad; GR2: Girasol con Trébol Rojo sembrado a alta densidad; GB1: Girasol con Trébol Blanco sembrado a baja densidad; GB2: Girasol con Trébol Blanco sembrado a alta densidad; GL1: Girasol con lotus sembrado a baja densidad; GL2: Girasol con Lotus sembrado a alta densidad). Letras distintas indican diferencias significativas (P < 0,05).

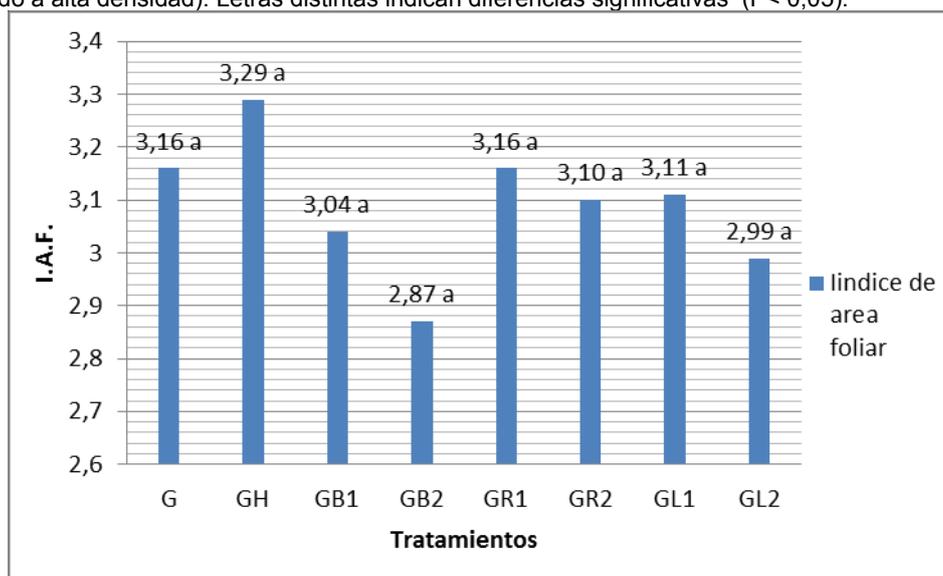


Gráfico 11: Índice de Área Foliar para cada tratamiento.

Discusión

La conservación de la biodiversidad no es ajena al manejo y gestión de los agroecosistemas, ya que la agricultura es una de las principales actividades que afecta a la biodiversidad tanto en extensión como en intensidad (Altieri & Nicholls, 1994; Jarvis et al., 2011). Teniendo en cuenta que la agricultura domina alrededor del 40% de la superficie terrestre (FAO, 2013), es fundamental mantener la biodiversidad en los agroecosistemas (Matson et al., 1997). Sin embargo, el modelo agrícola dominante, es una de las principales amenazas contra la biodiversidad debido al uso intensivo de agroquímicos y la utilización de un número reducido de especies y variedades mejoradas, y de otras tecnologías, que conducen a la pérdida de especies silvestres beneficiosas por su rol ecológico en los ecosistemas naturales y modificados (Altieri & Nicholls, 1994; Matson et al., 1997).

El incremento de la biodiversidad es una estrategia fundamental para mejorar la sustentabilidad (Amador & Gliessman, 1990; Pengue, 2005). La misma juega un papel muy importante en la estabilidad de los agroecosistemas (Altieri, 1992) y en consecuencia, conduce a un menor uso de insumos externos dañinos y costosos.

El uso de policultivos ha sido descrito por numerosos autores como una estrategia adecuada para incrementar la biodiversidad en sistemas extensivos (Gliessman, 2001; Borsuk et al., 2005). Su práctica mejora la eficiencia en el uso de la radiación solar, nutrientes y humedad del suelo en comparación con monocultivos bajo las mismas condiciones (Perrin, 1977; Kass, 1978; Vandermeer, 1989; Andow, 1991). Además de los beneficios antes mencionados, los policultivos permiten disminuir la competencia y realizar un manejo de las malezas en el mediano y largo plazo (Acciaresi y Sarandón, 2002).

La utilización de un cultivo acompañante puede ser adecuada en cultivos extensivos, como el girasol, para mejorar la biodiversidad y para ampliar el uso de los recursos del sistema con el objetivo de efectuar una mejor utilización de los mismos. Además,

puede ser una estrategia adecuada para un manejo ecológico de malezas (Severo, 2015; Sanchez Vallduví et al., 2011). Sin embargo, su uso estaría limitado a aquellos casos en los que el acompañante no produzca una reducción significativa del rendimiento del cultivo principal.

Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que es posible la consociación del cultivo de girasol con leguminosas sin que la misma conlleve a una disminución de la productividad del cultivo principal. De hecho, el rendimiento medio obtenido (4699 kg/ha) para todos los tratamientos fue elevado respecto a la media nacional (CIARA-CEC. 2016) y semejante a registros citados para este híbrido en zonas cercanas al sitio de este ensayo (ASAGIR, 2012). Esto señala que la consociación con leguminosas no afectó la productividad del cultivo ni tuvo efectos negativos sobre los componentes de rendimiento lo que sugiere que las especies acompañantes no compitieron fuertemente con el cultivo. Por el contrario, si bien no existieron diferencias significativas entre tratamientos, se observó una tendencia al incremento del rendimiento del cultivo superior al 10% cuando éste estuvo acompañado por trébol rojo (tanto en alta como en baja densidad) en comparación al testigo. Esto indica que el girasol es una especie capaz de adaptarse a siembras consociadas con otras especies como ya fue señalado previamente por Putnam & Allan (1992). Asimismo se evidenció que las consociaciones (excepto la mezcla con lotus a baja densidad) mostraron una tendencia a una mayor acumulación de biomasa vegetativa en relación al monocultivo. Incluso, en la mezcla con trébol rojo a baja densidad se encontraron diferencias significativas en la producción de biomasa vegetativa en relación con el testigo. Esto puede deberse a una mejora en la captación de recursos por parte del cultivo al consociarse con trébol rojo, por el efecto del acompañante en la disminución de la competencia con las malezas, en concordancia con lo que sostienen Liebman & Dyck (1993-b) y Severo Juan (2015). Esta mezcla tuvo mejor performance en la producción de biomasa que la mezcla con trébol rojo a alta densidad (que si bien fue

mayor a la del testigo no alcanzó a diferenciarse significativamente). Esto pudo deberse a la mayor acumulación de biomasa por parte de las leguminosas en el tratamiento con alta densidad de trébol rojo que podría haber conducido a una mayor competencia con el cultivo.

Ninguna de las mezclas difirió significativamente del testigo en la acumulación total de biomasa (tallo + receptáculo + grano) pero se observó una tendencia al incremento de la biomasa total del cultivo para las mezclas con trébol rojo a baja y alta densidad. Asimismo, el girasol consociado con trébol rojo a baja densidad mostró una mayor producción de biomasa total significativamente mayor a la del girasol sembrado en monocultivo y sin aplicación de herbicidas y a la consociación con Lotus a baja densidad. Esto señala que el trébol rojo a baja densidad puede haber tenido un mejor comportamiento en el control de las malezas del sistema favoreciendo una mayor apropiación de los recursos por parte del cultivo posiblemente por no ejercer competencia con el mismo por nitrógeno y tener una menor competencia por agua y otros nutrientes que en la mezcla con trébol rojo a alta densidad en donde el desarrollo de la leguminosa fue mayor.

Se registró una tendencia a una mayor apropiación de recursos del sistema, (entre un 12 y un 15%) en las mezclas con trébol rojo a alta y baja densidad. Estos resultados podrían explicarse por un mejor uso de los mismos de acuerdo con el principio de producción competitiva (Vandermeer, 1989), entendiendo que las leguminosas no competirían con el cultivo por nitrógeno y que en el caso particular del trébol rojo la biomasa de la leguminosa fue suficiente para suprimir el efecto de la competencia causada por la vegetación espontánea. Este mejor aprovechamiento de los recursos es una de las ventajas de los policultivos señaladas por Hook C & Gascho (1988), Midmore (1993) y Caviglia *et al* (2004). Las mejoras relativas en el uso de recursos a favor de consociaciones con trébol rojo respecto al testigo, confirma a esta leguminosa como un buen acompañante. Esto puede ser el resultado de una complementariedad

de las características del nicho de las poblaciones de cada miembro de la asociación, puesto que, para que el policultivo tenga éxito, las especies deben tener nichos parcialmente solapados (Gliessman, 2003a).

Por otra parte, la consociación de girasol con trébol rojo a alta densidad mejoró significativamente el peso de mil granos y la acumulación de nitrógeno en la semilla. Asimismo, en esta mezcla la acumulación de nitrógeno por parte de las leguminosas fue mayor que en el resto de los tratamientos, aunque las diferencias no alcanzaron a ser significativas (salvo para el caso del girasol mezclado con lotus a alta densidad). Esto señala que, posiblemente, exista una destacada aptitud del Trébol Rojo a la fijación biológica de nitrógeno, permitiendo una mayor disponibilidad en el suelo de este recurso no solo para el Girasol (por no competir por el recurso con la Leguminosa), sino para posteriores cultivos. Tal como lo menciona Brandt et al., (1989) en la intersembra de Trigo con Trébol Subterráneo.

Los resultados obtenidos confirman que el Trébol Rojo es un buen acompañante para el cultivo de Girasol ya que su presencia en el sistema no impactó de forma negativa en el rendimiento. Esto coincide con lo señalado por Sanchez Vallduvi et al, (2012) quienes evaluaron la siembra de girasol consociado con leguminosas forrajeras y mencionan que puede considerarse a esta mezcla una alternativa productiva aceptable en el marco de un sistema más sustentable.

Asimismo, los tratamientos con trébol rojo tuvieron el mayor valor de biomasa total y rendimiento lo que indica una mejora en la productividad del sistema, tal como lo señalaron Hook & Gascho (1988) cuando analizaron las ventajas de los policultivos. También, como señalan Sarandón y Sarandón (1993) estos sistemas además de satisfacer el requisito productivo pueden ofrecer beneficios adicionales tales como reducción de la erosión, mejoran la estructura y fertilidad del suelo, y suprimen malezas, insectos y algunos patógenos, que ayudan a mejorar la sustentabilidad de los sistemas. Asimismo contribuyen al aumento de la diversidad específica, vertical,

estructural y funcional de los agroecosistemas (Gliessman, 2001) requisito fundamental para avanzar hacia la sustentabilidad agrícola. Cuando mediante la práctica de policultivos se logran estos beneficios, a través de una mejor apropiación de recursos, se requiere de menor interferencia humana y se depende menos de insumos externos al sistema (Gliessman, 2003-b).

Conclusiones

- La consociación de girasol con leguminosas forrajeras (trébol rojo, trébol blanco o lotus) no influyó negativamente sobre el rendimiento del mismo.
- La consociación de girasol con trébol rojo mostró una tendencia favorable a la acumulación de nitrógeno total (N en grano + N en Leguminosas + N en planta de girasol + N en malezas) del sistema respecto del resto de los tratamientos.
- Los valores más altos de rendimiento en grano de girasol fueron alcanzados en los tratamientos de girasol en mezcla con trébol rojo a baja y alta densidad y estuvieron directamente relacionado con los mayores valores de biomasa tanto del girasol como de la leguminosa. Estas mezclas a su vez mostraron una tendencia a mayor apropiación de recursos del sistema.
- Los resultados encontrados en el ensayo sugieren la importancia de continuar evaluando la consociación de girasol con leguminosas forrajeras como una alternativa de cultivos extensivos más sustentables que los actuales sistemas de monocultivos.

Bibliografía

- **Acciaresi, H.A. & S.J. Sarandón.** 2002. Manejo de malezas en una agricultura sustentable. En Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. S.J. Sarandón (Editor). Ediciones Científicas Americanas. La Plata. Cap 17: 331-361.
- **Altieri, M.A.** 1991. Incorporando la agroecología al currículo agronómico. Texto Base para la reunión CLADE/FAO, sobre Agroecología y Enseñanza Agrícola en las Universidades Latino Americanas, Santiago de Chile.
- **Altieri, M.A.** 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas, CETAL Ediciones, Valparaíso, Chile.
- **Altieri M.A. & C.I. Nicholls.** 1994. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Haworth Press, New York. 185 pp.
- **Altieri, M.A. & W.A. Pengue.** 2005. La Soja transgénica en Argentina: Una maquinaria de hambre, deforestación y devastación socio-ecológica. Disponible en:
http://www.ecoportel.net/Temas_Especiales/Transgenicos/La_Soja_Transgenica_en_America_Latina
- **Amador, M.F., S.R. Gliessman.** 1990. An ecological approach to reducing external inputs through the use of intercropping. Agroecology. 78. pp.146-159
- **Andow, D.** 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. Annual. Review Entomology. 36: 561-586.
- **ASSAGIR.** 2008. Historia. El Girasol en la Argentina. Disponible en:
<http://www.asaqir.org.ar/asaqir2008/historia.asp>

- **ASSAGIR.** 2012. Importancia Económica. Disponible en: <http://www.asagir.org.ar/asagir2008/importancia-economica.asp>
- **Borsuk, L.D., M.A. Kehl, A. Salami, M. Reid, D. Poersch, R. Haag, A. Cardosos, V. Chiarello, R. Dutra, H. Paladim, C. Pansera, V. Basso.** 2005. Sunflower cultivation in integrated systems for the benefit of biodiversity. 3er Congreso Brasileiro de Agroecología. Florianópolis.
- **Brandt J.E., F.H. Hons & V.A. Haby.** 1989. Effects of subterranean clover interseeding on grain yield, yield components and nitrogen content of soft red winter wheat. *Journal of Production Agriculture* 2:347-351.
- **Caviglia, O.P.; V.O. Sadras & F.H. Andrade.** 2004. Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat-soybean. *Field Crops Research*. 87: 117-129.
- **CIARA-CEC.** 2011. Estadísticas del sector. Último acceso Diciembre de 2011 Disponible en: <http://www.ciaracec.com.ar/ciara/bd/index.php>
- **CIARA-CEC.** 2016. Último acceso Octubre de 2016. Disponible en: <http://www.ciaracec.com.ar/estadisticasNac.php#>.
- **Chamorro, A.M., L.N. Tamagno & R. Bezus.** 2006. Evaluación de la mezcla de cultivares en canola como una alternativa para un mejor uso de los recursos. *Rev. Bras. de Agroecología*. Vol.1 No.1
- **FAO.** 2013. Biodiversidad para un mundo sin hambre. Disponible en: <http://www.fao.org/biodiversity/pagina-principal-de-biodiversidad/es/>
- **FAO.** 2013. Statistical yearbook 2013. World Food and Agriculture, FAO, 289 pp. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm>.
Último acceso: diciembre de 2013.

- **Flores, M.C., S.J. Sarandon.** 2002. ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de agriculturización en la región pampeana argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata.* 105 (1). pp. 53-68.
- **Ghersa, C.M.** 2005. El cultivo de soja como motor de cambio en el agro pampeano. *Actas del Congreso Mundo Soja: Buenos Aires. Argentina.* pp. 15-22.
- **Ghersa, C.M., M.A.H., Ghersa.** 1989. Cambios ecológicos asociados a la introducción del cultivo de la soja en la pampa ondulada. *IV conferencia Mundial de Investigación en Soja.* pp. 66-75.
- **Gliessman, S.R.** 2001. *Agroecología. Processos Ecológicos em Agricultura Sustentable.* Editora de Universidade. Universidad Federal do Río Grande do Sul. Segunda Edición. 653 pp.
- **Gliessman, S.R.** 2002. *Procesos ecológicos en agricultura sostenible.* En: *Agroecología.* Cap. 13.
- **Gliessman S.R.,** 2003a. *Agroecología: Procesos ecológicos en la agricultura sostenible.* Capítulo 13: *Procesos poblacionales en la agricultura: dispersión, establecimiento y el nicho ecológico.* Pp: 181-194.
- **Gliessman S.R.,** 2003b. *Agroecología: Procesos ecológicos en la agricultura sostenible.* Capítulo 15: *Interacciones de especies en comunidades de cultivos.* Pp: 215-227.
- **Hook, J.E. & G.J. Gascho.** 1988. Multiple cropping for efficient use of water and nitrogen. En: W.L. Hargrove (ed.). *Cropping strategies for efficient use of water and nitrogen.* ASA special publication N° 51. Pp.7-20.
- **Jarvis DI, C Padoch & HD Cooper.** 2011 *Manejo de la biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas.* Biodiversity Internacional, Roma. 503 pp.

- **Kass, D.C.L.** 1978. Polyculture cropping systems: review and analysis. Cornell International Agricultura Bulletin 32. Cornell University, Ithaca, NY. 69 pp.
- **Liebman, M. y E. Dyck.** 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications* 3. 1: 92-122.
- **Malézieux, E., Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. de Tourdonnet, M. Valantin-Morison.** 2008. Moxing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 28. Available at: www.agronomy-journal.org
- **Matson, P.A., W.J. Parton, A.G. Power, M.J. Swift** (1997) Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277: 504-509.
- **Midmore, D.J.** 1993. Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. *Field Crops Research* 34, 357-380.
- **Morello, J.H. & W.A. Pengue.** 2007. Procesos de transformación en el área de borde agropecuario. ¿Una agricultura sostenible? Encrucijadas. *Revista de la UBA.* N° 41. pp: 32-38.
- **Pengue, W.A.,** 2005. Sustentabilidad de los agroecosistemas de América Latina. Una perspectiva de la ecología política. En: *Agricultura industrial y la transnacionalización en América Latina: ¿la transgénesis de un continente?* Ed. PNUMA-GEPAMA. México, pp: 21-38.
- **Pengue, W.A.,** 2009. Cuestiones económico-ambientales de las transformaciones agrícolas en las pampas. www.ejournal.unam.mx/pde/pde157/PDE004015706.pdf Último acceso: Abril 2013.
- **Pereyra, V., C. Farizo, F. Cardinali, G. Orioli.** 1982. Estimación del área foliar en plantas de girasol. Secretaria de Agricultura y ganadería. INTA Balcarce Bs. As.- Argentina Boletín técnico Nro. 87. ISSN- 0522- 0548

- **Perrin, R.M.** 1977. Pest management in multiple cropping systems. *Agro-Ecosystems*. 3:93-118
- **Putnam, D.H. & D.L. Allan.** 1992. Mechanisms for overyielding in a sunflower/mustard intercrop. *Agronomy Journal* 84(2): 188-195
- **Sanchez Valduvi, G.E., L.N. Tamagno, R.A. Barreyro, A.M. Chamorro, R.D. Signorio, L.L. Dolcini, V. Picco.** 2006. Mezcla de híbridos de girasol como una estrategia de manejo agroecológico. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. *Rev. Bras. Agroecologia*, v.2 n.1
- **Sanchez Valduvi, G.E., L.N. Tamagno, J.L. Molina, D. Murua, J.I. Intagliata.** 2011. Girasol consociado con una Leguminosa como alternativa de manejo agroecológico de malezas. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia- ISSN 2236-7934- Vol 6, No. 2
- **Sanchez Valduvi, G.E., L.N. Tamagno, M.A. Eirin, J. Gomez, R. taus, R.D. Signorio.** 2012. Sunflowers sowing consociated with *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L. or *Lotus corniculatus*. A productive alternative. 18th International sunflowers Conference Mar del Plata- Argentina.
- **Sarandón, S.J.** 2000. Manejo de la biodiversidad en sistemas extensivos. *Boletín de ILEA, Perú* 15 (3-4): 16-17
- **Sarandón, S.J.** 2002. Agroecología: El camino para una agricultura sustentable. Ediciones científicas americanas. La Plata. Capítulo 1
- **Sarandón, S.J.** 2002. Agroecología: El camino para una agricultura sustentable. pp. 189-222
- **Sarandón, S.J.** 2002. Agroecología: El camino para una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Argentina. Capítulo 4
- **Sarandón, S.J. y A.M. Chamorro.** 2003. Los policultivos en los sistemas de producción de granos. En: Producción de cultivos de granos. Bases funcionales para su manejo. Cap.15

- **Sarandón, S.J. y J. Labrador Moreno.** 2002. El uso de policultivos en una agricultura sustentable. En: "Agroecología". El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas, La Plata. pp. 23-42
- **Sarandón, S.J. & R. Sarandón.** 1995. Mixture of cultivars: plot field trial of an ecological alternative to improve production or quality of wheat (*triticum aestivum* L). *Journal of Applied Ecology*. 32: 288-294.
- **Sarandón, S.J. & R. Sarandón.** 1993. Un enfoque ecológico para una agricultura sustentable En: Goin F y C Goñi (Eds.) Bases para una política ambiental de la R. Argentina. pp. 279-286.
- **Schneiter, A.A., J.F. Miller.** 1981. Stages of sunflower development. <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/rowcrops/a1145.pdf>. Ultimo acceso, junio 2013.
- **Severo, J. 2015.** Siembra de girasol consociado con leguminosas. Evaluación de la productividad del girasol y la incidencia del sistema consociado sobre la biomasa de una comunidad natural de malezas con un enfoque agroecológico. Tesis de Grado. Universidad Nacional de La Plata, La Plata. Argentina. 39 pp.
- **Soel A.C., E. Cordula. 2005.** Technological validation of cultivation systems of tomato in off-season harvests and in different agroecosystems of the central sierra region of rio Grande Do Sul. 3er Congreso Brasileiro de Agroecología. Florianópolis.
- **Tamagno, L.N., G.E. Sanchez Vallduví & V.P.Colman.** 2011. Intercultivo de lino oleaginoso con leguminosas: Un aporte a la sustentabilidad en agroecosistemas extensivos. *Cadernos de Agroecología*- ISSN 2236-7934- vol. 6 No. 2

- **Tort, M.I.** 1983. Los contratistas de maquinaria agrícola: una modalidad de organización económica del trabajo agrícola en La Pampa húmeda. CEIL, documento de trabajo Nro. 11, Buenos Aires.
- **Tsakoumagkos, P., M.I. Tort, H. Cocchi. M.E. Iturregui y M. Palomares.** 1990. Transformaciones sociales en el agro pampeano. 1970-1985. Realidad Económica Nro. 92-93, IADE, Buenos Aires: 214-224
- **Vandermeer, J.** 1989. Introduction: intercrops and ecology. The Ecology of Intercropping. 1: 1-13.
- **Watson, D.J.** 1947. Comparative physiological studies in the growth of field crop. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. Annals of Botany 11:41-76.
- **Zazo, F., C.C. Flores & S.J. Sarandon.** 2011. El costo oculto del deterioro del suelo durante el proceso de sojización en el Partido de Arrecifes, Argentina. Revista brasilera de Agroecología 6 (3). ISSN 1980-97 35. www6.utrgs.seeragroecologia/ojs

Anexo

Híbrido comercial utilizado: Buck 250

Características generales

- Híbrido simple
- Ciclo intermedio-corto
- Días a floración: 63/68
- Excelente autocompatibilidad, dando un llenado de capítulo muy bueno
- Gran estabilidad en varios años de ensayos en distintas localidades
- Muy uniforme
- Altura (cm): 150/170
- Alto porcentaje de materia grasa
- Aceptable performance ante incidencia muy alta de Verticillium

Clave Schneiter y Miller (1981)

Escala Fenológica del Girasol	
V	Estados vegetativos
VE	Estado de cotiledón
V1	1º Par de hojas de más de 4 cm de largo
V3	3º Par de hojas verdaderas
V4	4º Par
V5	5º Par
V6	6º Par
V7	7º Par
V8	8º Par
V9	9º Par
R	Estados reproductivos
R2	Distancia de menos de 2 cm entre la inserción del botón floral y la última hoja
R3	Distancia de más de 2 cm entre la inserción del botón floral y la última hoja
R5	Antesis
R5.1	Inicio Antesis
R5.5	Mitad de floración (50%). El % depende del área del capítulo cubierto por flores (cantidad de círculos)
R6	Fin de floración (caída de flores liguladas)
R7	La parte de atrás del capítulo comienza a ponerse amarillento
R9	Madurez fisiológica (parte de atrás del capítulo y las bracteas de color amarillento o marrón oscuro)

[Schneiter and Miller, 1981]

Ensayo a campo



Foto 1: Siembra (girasol y leguminosas forrajeras) y armado del ensayo. 26 de Octubre de 2011. 25 de Mayo. Buenos Aires. Argentina

Consociación

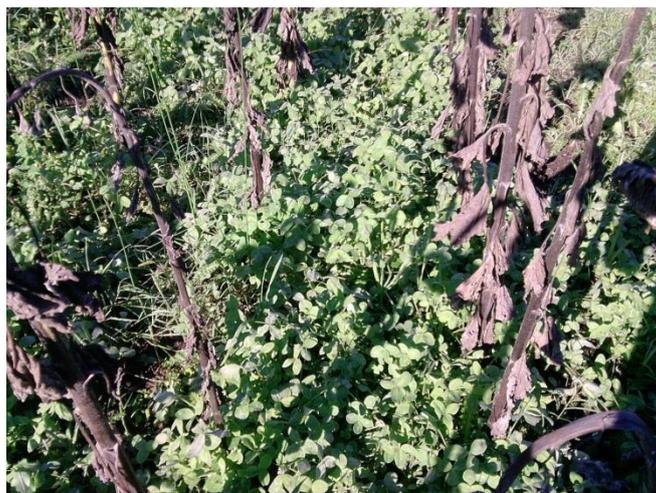


Foto 2: Consociación de Girasol (estado R9) con trébol rojo (leguminosa forrajera). 25 de mayo. Buenos Aires. Argentina. 2011.



Foto 3: Presencia de malezas en parcela del ensayo. 21 de diciembre de 2011. 25 de Mayo. Buenos Aires. Argentina. 2012



Foto 4: Presencia de malezas en parcela del ensayo. 21 de diciembre de 2011. 25 de Mayo. Buenos Aires. Argentina. 2012.

