

Mezclas de cultivos de cobertura como estrategia para el manejo de malezas en sistemas extensivos del centro-sur bonaerense

Malaspina, M.I; Chantre, G.R.2,3; Yannicari, M.E^{1,3,4}

¹ Chacra Experimental Integrada Barrow (MDA-INTA), ² Departamento de Agronomía-CERZOS (UNS), ³ CONICET,

⁴ Facultad de Agronomía, UNLPam.
malaspina.micaela@inta.gobar

Citar como: Malaspina et al. (2022) Mezclas de cultivos de cobertura como estrategia para el manejo de malezas en sistemas extensivos del centro-sur bonaerense. *Malezas* 8, 36-48.

RESUMEN

Los cultivos de cobertura constituyen una herramienta valiosa dentro del manejo integrado de malezas. Estos son establecidos normalmente entre dos cultivos comerciales y no se cosechan, pastorean, ni se incorporan al suelo, sino que quedan en superficie durante su ciclo de crecimiento. El objetivo de este trabajo fue determinar el desempeño de diferentes mezclas de cultivos de cobertura y sus efectos en la supresión de malezas en el centro-sur bonaerense. El estudio se realizó en la Chacra Experimental Integrada Barrow durante 2019 y 2020, donde se evaluaron mezclas simples de gramíneas (*Avena sativa*-*Secale cereale*) con leguminosas (*Vicia villosa*, *Vicia sativa*), mezclas complejas conformadas por mezclas simples con *Brassica napus*; y dos barbechos: limpio (con control químico) y enmalezado (sin control). El diseño fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Para determinar la densidad total se realizaron recuentos quincenales de la emergencia de malezas. Además, se estimó cobertura vegetal y producción de biomasa de los cultivos y malezas. La composición específica de

las mezclas presentó mayor influencia en la cobertura vegetal que en la producción de biomasa, la cual dependería principalmente de las condiciones ambientales imperantes. Los cultivos de cobertura generaron una supresión de la emergencia comparable (o mayor) al control químico y la biomasa de malezas fue altamente reducida respecto del barbecho enmalezado, similar a lo encontrado con el uso de herbicidas. Estos resultados demuestran los beneficios de los cultivos de cobertura en el manejo de malezas contribuyendo al desarrollo de estrategias de manejo más integradas y sustentables.

Palabras claves: manejo integrado, cultivo de servicio, densidad de emergencia, competencia, producción de biomasa.

SUMMARY

Cover crops are a useful tool for integrated weed management. They are usually established between two commercial crops and are not harvested, grazed or incorporated into the soil, but remain on the surface during their growth cycle. The aim of this work was to determine the performance of different cover crops mixtures and their ef-



fects on weed suppression in the south-central region of Buenos Aires province, Argentina. Field experiments were carried out in 2019 and 2020 at the Chacra Experimental Integrada Barrow, where both simple and complex cover crop mixtures were evaluated. Simple mixtures consisted of grasses (*Avena sativa*, *Secale cereale*) with legumes (*Vicia villosa*, *Vicia sativa*), while complex mixtures were obtained by combining simple mixtures with *Brassica napus*; also control treatments included weed-free (with full chemical control) and weeded plots (without control). A random full block design was applied with four repetitions. Weed seedlings count was performed on a 14-day basis to determine weed total density. Vegetation cover of the mixtures as well as biomass production from crops and weeds were estimated. The specific composition of the mixtures had a greater influence on the vegetation cover than on biomass production, which would depend mainly on the prevailing environmental conditions. Cover crops generated weed seedling emergence suppression comparable or even greater than the chemical-based control, and the weed biomass was highly reduced compared to the weedy fallow, similar to that observed with the use of herbicides. These results demonstrate the benefits of cover crops in managing weeds, contributing to the development of more integrated and sustainable management strategies.

Key words: integrated management, service crops, emergence density, competition, biomass production.

INTRODUCCIÓN

El manejo integrado de malezas (MIM) se puede definir como un enfoque holístico que utiliza diferentes estrategias de manejo (Fernández, 1982; Harker & O'Donovan, 2013). Implica más que el control de malezas (Zimdahl, 1994; Buhler, 1996), ya que la idea de eliminar y controlar es reemplazada por la de manejar y mantener la vegetación espontánea dentro de niveles tolerables para lograr una producción económicamente aceptable y mantener sus funciones dentro del agroecosistema. Los cultivos de co-

bertura (CC) constituyen una herramienta a implementar dentro del MIM, establecidos normalmente entre dos cultivos comerciales (Reeves, 1994) o creciendo simultáneamente durante todo o parte del ciclo de los mismos (Teasdale *et al.*, 2007). No se cosechan, pastorean, ni se incorporan al suelo (Ruffo & Parsons, 2004), sino que quedan en superficie protegiendo al suelo y liberando nutrientes como resultado de procesos de degradación de la biomasa aérea y radical (Altieri, 1999).

Actualmente, existe un creciente interés por parte de productores e investigadores en la adopción de mezclas diversas, principalmente conformadas por especies gramíneas y leguminosas (Groff, 2008; Wortman *et al.*, 2013; Holmes *et al.*, 2017). Estas mezclas tienen la capacidad de ofrecer múltiples servicios ecosistémicos dentro de los sistemas de cultivo (Brainard *et al.*, 2011; Finney *et al.*, 2016), tales como, la mejora en la productividad, retención de nitrógeno y suministro a largo plazo a través de la fijación biológica (Reiss & Drinkwater, 2020; Bybee-Finley *et al.*, 2022), entre otros. La diversificación de los CC cuenta con el potencial para mejorar el manejo de malezas dentro de los lotes de cultivo (MacLaren *et al.*, 2019). No obstante, el efecto supresor del CC dependería de su combinación específica (Suter *et al.*, 2017), aunque todavía es objeto de investigación el número de especies dentro de la mezcla y sus características particulares para garantizar el manejo eficiente de malezas (Finney & Kaye, 2017; Holmes *et al.*, 2017; Baraibar *et al.*, 2018). Es por esto que resulta necesario el desarrollo de evidencia empírica para comprender cómo los CC interfieren en las malezas, ya que la utilización de mezclas diversas de CC en los sistemas productivos es incipiente (Florence *et al.*, 2019) y los estudios desarrollados escasos e inconsistentes (Davis *et al.*, 2016; Holmes *et al.*, 2017). Numerosos antecedentes evidencian el efecto positivo en la supresión de malezas de las mezclas respecto de las monoculturas (Hayden *et al.*, 2012; Sanderson *et al.*, 2012; Webster *et al.*, 2013; Wortman *et al.*, 2013; Wendling *et al.*, 2017). En tanto, otros estudios indican que los CC de muchas especies no muestran nin-

Cuadro 1. Registro de temperatura (T°) máxima y mínima promedio ($^{\circ}C$), días con heladas y precipitaciones (mm) durante el ciclo del CC para los años 2019, 2020 y el promedio histórico de la zona (serie 1939-2019).

	T° Máxima ($^{\circ}C$)			T° Mínima ($^{\circ}C$)			Días con helada			Precipitación (mm)		
	2019	2020	Promedio	2019	2020	Promedio	2019	2020	Promedio	2019	2020	Promedio
Marzo	24,4	29,6	24,9	10,9	14,7	11,3	0	0	0,1	51,4	81,2	82
Abril	23,8	21,0	20,6	8,4	8,5	7,7	1	0	1,3	27,2	109,5	67
Mayo	17,7	16,9	16,4	5,5	7,9	5,2	6	2	4,2	61,2	45,2	54
Junio	15,2	14,1	12,9	5,3	3,8	2,7	4	5	8,5	50,5	153	42
Julio	13,9	12,0	12,5	1,3	2,3	2,1	15	13	10,1	12,4	62,9	41
Agosto	16,5	16,4	14,5	2,4	3,0	2,6	14	13	8,9	11,1	20,6	42
Septiembre	18,2	18,1	17	3,5	3,4	4,2	7	10	5,9	42,2	37,1	53
Octubre	19,0	20,5	19,8	6,1	6,2	6,7	1	5	2,2	88,8	83,8	71
Total										234	505	452

guna ventaja en la supresión de malezas en relación de aquellos formados por un solo componente (Leavitt *et al.*, 2011; Wayman *et al.*, 2015; Buchanan *et al.*, 2016; Osipitan *et al.*, 2018). En este punto, Baraibar *et al.* (2017) consideran que mezclas y monocultivos pueden proporcionar niveles similares de supresión de malezas si ambos tienen suficiente biomasa de las principales especies supresoras de malezas. Dichos antecedentes

ponen en evidencia las discrepancias en las investigaciones recopiladas, y, por lo tanto, la necesidad de profundizar en el estudio para comprender el mecanismo por el cual la combinación de especies de cobertura interactúa con las malezas.

La producción de biomasa de los CC es utilizada frecuentemente como indicador de la capacidad de supresión de malezas (Brennan & Smith, 2005; Wayman *et al.*, 2015) debido a la competencia por los recursos (Brennan & Smith, 2005; Finney *et al.*, 2016). Asimismo, CC de alta productividad y exitosos frente a malezas, necesitan un rápido desarrollo de la cobertura del suelo para interceptar la mayor proporción de radiación solar (Elhakeem *et al.*, 2021). Es por esto que la cobertura generada también es utilizada como un parámetro preciso para evaluar la supresión, ya que se correlaciona negativamente con el peso seco de las malezas (Kruidhof *et al.*, 2008; Uchino *et al.*, 2011). La información sobre la cantidad de forraje producida por una mezcla de especies con respecto a la contribución de cada especie a la biomasa total, es escasa (Davis *et al.*, 2016), ya que muchas especies han sido evaluadas en monoculturas (Holmes *et al.*, 2017). Es por esto que el desarrollo de mezclas que favorezcan interacciones beneficiosas para el control de la vegetación espontánea resulta de gran relevancia para el diseño y la reproducción de sistemas de cultivos sostenibles (Brooker *et al.*, 2021). Por todo lo anterior, resulta inminente la necesidad de generar mayor información que permita apoyar la elección de las mejores especies de CC para el manejo de malezas

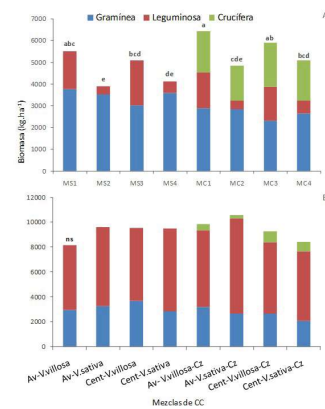


Figura 1. Producción de biomasa aérea total (kg de MS. ha⁻¹) de las diferentes mezclas y de cada componente: gramínea (en azul), leguminosa (en rojo) y crucifera (en verde), en el año 2019 (A) y 2020 (B). Las barras representan los valores promedio y letras iguales señalan diferencias no significativas en la productividad entre CC.

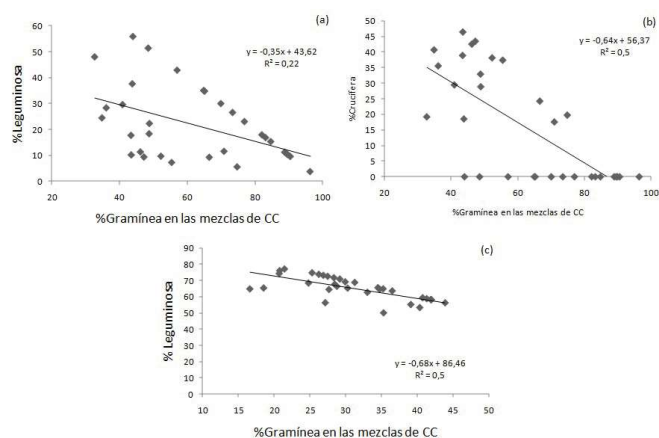


Figura 2. Relaciones lineales entre el porcentaje (%) de gramínea en las mezclas de los CC y los % leguminosa, y crucíferas resultantes para los años 2019 (a y b) y 2020 (c). Los puntos indican la producción de biomasa de los grupos de familias botánicas para los diferentes CC evaluadas.

y conocer sus comportamientos en mezclas ante situaciones variables de disponibilidad de recursos hídricos para una región determinada. El objetivo del trabajo fue determinar, en dos años de estudio, el desempeño de diferentes mezclas de CC (productividad y cobertura vegetal) y sus efectos en la supresión de malezas en el centro-sur bonaerense.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en los años 2019 y 2020 en la Chacra Experimental Integrada Barrow (convenio MDA-INTA) ubicada en el partido de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, Argentina. El sitio presenta un suelo de la serie Tres Arroyos, con material originario a base de sedimentos loésicos y clasificado como Paleudol petrocálcico. Estos suelos se caracterizan por tener un perfil de horizontes: Ap/A (0-22cm) y BA (22-32 cm) franco-arcillo-arenosos con estructura de bloques subangulares, Btn (32-75 cm) que presenta textura arcillosa y estructura en prismas gruesos. A los 75 cm se encuentra el horizonte petrocálcico (INTA,

2014). Previo a la siembra de los cultivos, en ambos años de estudio, se realizaron en el sitio experimental muestreos de suelo a 0-20 cm de profundidad para la realización de análisis químicos. Asimismo, durante el ciclo de los CC, en cada una de las campañas se registraron los datos meteorológicos de la Estación Agrometeorológica de la Experimental.

Se compararon diferentes mezclas simples (MS) conformadas por gramíneas y leguminosas (*Avena sativa*, avena o *Secale cereale*, centeno y *Vicia villosa* o *Vicia sativa*), o mezclas complejas (MC) formadas por MS y la especie crucífera colza (*Brassica napus*). Se utilizaron como referencia dos testigos, barbecho sin control de malezas (BS) y barbecho químico (BQ) con aplicación de herbicidas. En este último, se realizaron dos aplicaciones periódicas de glifosato LS 60% (1,8 l. ha⁻¹) en diferentes momentos dependiendo de la composición de la comunidad de malezas y la abundancia relativa de cada una de las especies. Los CC se sembraron el 21 y 16 de marzo de cada año de estudio con una densidad de siembra de 20 kg ha⁻¹



Guillermo Chantre

Micaela Malaspina

Marcos Yannicari

de *V. villosa* cv. Ascasubi INTA, 40 kg ha⁻¹ de *V. sativa* cv. Hilario INTA, 40 kg ha⁻¹ de avena cv. Sureña, 30 kg ha⁻¹ de centeno cv. Ricardo INTA y 3 kg ha⁻¹ de colza cv. Hyola 830 CC (híbrido: primavera x invernal). En 2019 utilizó el sistema de labranza convencional (barbecho mecánico), mientras que en 2020 el sistema de siembra directa (barbecho químico). Se aplicó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde las unidades experimentales (UE) fueron parcelas de 3 m de ancho y 6 m de largo.

En ambos años de estudio se realizaron recuentos destructivos quincenales de la emergencia de malezas otoño-invierno-primaverales (O-I-P), tanto dicotiledóneas como gramíneas, en marcos fijos de 0,25 m². Se determinó densidad total (pl. m⁻²) como la

sumatoria de plántulas emergidas durante todo el ciclo de los CC. Se evaluó abundancia relativa (%) y frecuencia promedio de aparición (%) de cada especie de maleza presente en la totalidad de muestreos realizados durante el ciclo de los CC en cada año de estudio. A mediados de octubre, se estimó la cobertura vegetal (CV) de los diferentes CC en tres unidades muestrales de 0,25 m², mediante fotografías digitales que se procesaron con el software CobCal v 2.1. (Ferrari et al., 2008). También, se determinó la producción de biomasa aérea de cada mezcla y de malezas O-I-P, mediante la cosecha de la biomasa generada en 0,5 m² distribuidos al azar en cada tratamiento. Se separaron de las muestras los diferentes cultivos constituyentes de la mezcla y cada uno se secó a estufa a 65 °C durante una semana para determinar peso seco.

Los resultados encontrados indicarían que la composición de las mezclas de CC presentaría una mayor influencia en la producción total de biomasa en años con condiciones hídricas limitantes, donde se observaron mayores diferencias entre mezclas para este parámetro

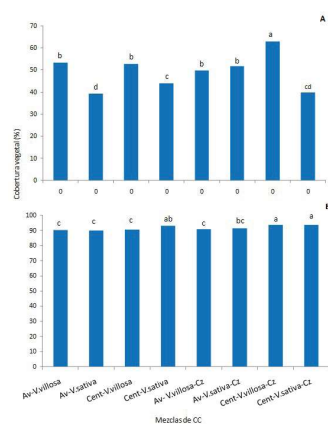


Figura 3. Cobertura vegetal (%) de las diferentes mezclas de CC para el año 2019 (A) y 2020 (B). Las barras representan los valores promedio y letras iguales señalan diferencias no significativas entre la CV de cada CC.

Para evaluar el efecto de los tratamientos en cada variable de estudio, se realizó un ANVA y se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa de Fisher ($p \leq 0,05$) para la separación de medias. Se realizaron análisis de regresión y correlación entre las variables medidas sobre los CC y la comunidad de malezas. El análisis estadístico se elaboró utilizando el software Infostat® v. 2014P (Di Renzo *et al.* 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones climáticas y edáficas

En el año 2020, el total de precipitaciones registradas durante el ciclo de los CC fue un 54 % superior al 2019, el cual presentó un déficit de 109 mm respecto de los valores históricos. Asimismo, este último mostró un período mayor de temperaturas mínimas por debajo del valor histórico (marzo, julio y septiembre) y ocurrencia más temprana de heladas en el ciclo, respecto del año 2020 (Cuadro 1).

Los resultados de los análisis químicos de suelo realizados a 0-20 cm de profundidad, para ambos años previo a la siembra de los CC, determinaron condiciones adecuadas para el correcto desarrollo de los cultivos: pH ácido, valores medios a altos de materia orgánica y fósforo, aunque con un bajo contenido de nitratos.

PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y COBERTURA VEGETAL DE LAS MEZCLAS DE CC

La producción de biomasa promedio de los CC fue un 39% mayor en el año 2020 respecto del 2019 (en kg. ha⁻¹: 9360 vs. 5678) (Figura 1), esto podría estar dado por las condiciones meteorológicas más cálidas y húmedas en el segundo año de estudio (Cuadro 1). En 2019 la biomasa aérea fue un 54 % mayor en las MC formadas por avena o centeno + *V. villosa* respecto de las MS centeno o avena + *V. sativa* ($p=0,0006$) (Fig. 1A). Asimismo *V. villosa* presentó mayor productividad respecto de *V. sativa* en todas las mezclas ($p=0,0114$). Esto podría explicarse por el comportamiento diferencial de ambos tipos de vicias frente a las condiciones climáticas imperantes, puesto que *V. villosa* presenta mayor tolerancia a períodos prolongados de déficit hídrico y bajas temperaturas respecto de *V. sativa* (Renzi, 2013). En 2020 no se encontraron diferencias en la producción de biomasa entre tratamientos de CC (Fig. 1B). Sin embargo, resulta importante destacar que las MC centeno o avena + *V. villosa* se encontraron entre las mezclas con mayor producción de biomasa en ambos años de estudio, con valores promedios de 6168 y 9551 kg. ha⁻¹.

En cuanto a la composición de las mezclas, se encontró correlación negativa ($r = -0,71$, $p < 0,0001$) entre el porcentaje de leguminosa y gramínea de la mezcla para ambos años de estudio. Se determinaron relaciones funcionales ($p < 0,0001$) entre ambas variables (Figura 2 A, C). Esto revela la fuerte capacidad competitiva de especies gramíneas (Caballero *et al.*, 1995; Murrell *et al.*, 2017), lo cual debe tenerse en cuenta al diseñar mezclas de CC si el objetivo es lograr una buena diversidad de sus componentes.

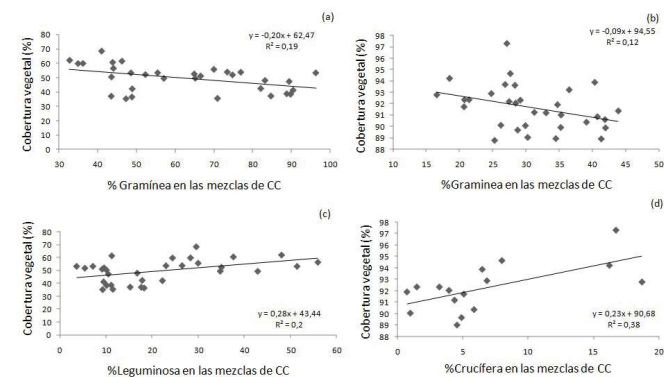


Figura 4. Cobertura vegetal (%) a fin de ciclo en función del % de gramínea para el año 2019 (a) y 2020 (b), de leguminosa y de crucifera en las mezclas para el año 2019 (c) y 2020 (d). Los puntos indican la cobertura vegetal generada para el % de gramínea, leguminosa o crucifera en los diferentes CC evaluados. La línea marca la tendencia de la relación entre ambos parámetros.

Las densidades de siembra de gramíneas deben reducirse entre la mitad y un cuarto en una mezcla respecto de monocultivos, para lograr una proporción equilibrada con leguminosas que tienden a ser competidores débiles. Además, deben sembrarse a iguales densidades que los monocultivos para asegurar su establecimiento (White *et al.*, 2016). La contribución de cada componente a la biomasa total fue variable entre años de estudio. En 2019 la proporción de gramíneas fue mayor, pero las mezclas con *V. villosa* resultaron balanceadas, mientras que en 2020 las leguminosas fueron dominantes. La incorporación de colza en las MS del primer año de estudio, afectó negativamente la producción de biomasa de las gramíneas (Figura 1) más que de las leguminosas, aunque en el balance conjunto los aportes de biomasa aérea de colza superaron esta depresión. A partir de lo anterior se estableció una relación negativa ($p=0,0057$) entre el % de gramínea y el % de crucifera de la mezcla (Figura 2B). Por el contrario, la colza aportó muy poca biomasa a las MC en el segundo año, lo que podría deberse a fallas en el establecimiento causados por daños de hiebes que redujeron el *stand* de plantas al

comienzo del ciclo.

En cuanto a la CV, en 2019 la MC a base de centeno + *V. villosa* presentó los mayores valores ($p < 0,0001$), seguido por las MS avena o centeno + *V. villosa* y las MC avena + *V. sativa* o villosa. Mientras que, las MS conformadas por *V. sativa* fueron las que presentaron el menor porcentaje de CV, con mayores valores para la mezcla a base de Centeno (Figura 3A). *V. villosa* presentó mayor CV que *V. sativa* en todas las mezclas evaluadas ($p < 0,0001$) y, el agregado de colza aumentó la CV de las MS ($p < 0,0001$). En 2020, las MC formadas por centeno + *V. sativa* o *V. villosa* presentaron mayor CV ($p=0,0006$) respecto de todas las mezclas evaluadas, a excepción de la MS centeno + *V. sativa* que no presentó diferencias significativas (Fig. 3B). También se encontró efecto de gramínea ($p=0,0001$) y, al igual que en el primer año de estudio, del agregado de colza en MS ($p=0,01$). En este punto, centeno generó mayor CV que avena y, MC presentaron mayor CV que MS (Fig. 3B).

Al comparar ambos años de estudio la CV promedio fue mayor en 2020 que 2019,



ción de gramíneas en las mezclas ($p=0,01$ y $p=0,04$) (Figuras 4 A y B). Esto podría estar dado por la orientación vertical de las hojas de gramíneas, que permitiría el paso de luz por los estratos superiores (Elhakeem *et al.*, 2021). También este parámetro presentó correlación positiva con el % de leguminosas ($r=0,45$) y colza ($r=0,62$), para el año 2019 ($p=0,01$) y 2020 ($p=0,009$) respectivamente. Esto determinaría que la proporción de leguminosas y crucíferas fueron importantes para aumentar la CV (Fig. 4 B y C). Principalmente porque estas especies presentan diferentes estrategias de utilización del espacio respecto de las gramíneas, dado por su arquitectura de canopeo postrada u horizontal (MacLaren *et al.*, 2019; Elhakeem *et al.*, 2021).

CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MALEZAS

La comunidad de malezas O-I-P relevada durante 2019 y 2020 se conformó predominantemente por especies dicotiledóneas anuales. Aquellas que presentaron mayor abundancia relativa y frecuencia promedio de aparición en función del año (indistintamente de la mezcla evaluada) se muestran en la Cuadro 2. Bajo labranza convencional (2019), *Anagallis arvensis* presentó la mayor abundancia relativa y frecuencia de aparición promedio en todos los CC y fechas de muestreo, seguido de *Conyza sumatrensis* y *Polygonum aviculare*. Mientras que *Gamochaeta spicata*, *Cyclosporum leptophyllum* y *Lolium* spp. mostraron menores valores de ambos parámetros. Por su parte, bajo siembra directa (2020), la mayor abundancia relativa fue para *P. aviculare* seguido por *C. sumatrensis*. A su vez estas presentaron

destacándose que, en el segundo año, todas las mezclas lograron CV mayores del 90%. Mientras que, en 2019, el valor máximo de CV alcanzado fue de 63%, sugiriendo que debido a las condiciones hídricas limitantes impuestas no se logró un buen crecimiento en comparación con el segundo año.

Para ambos años de estudio se encontraron correlaciones negativas entre la CV y el % de gramíneas en el CC ($r=-0,44$; $p=0,01$) y $r=-0,36$; $p=0,04$), respectivamente. Es decir que, la CV disminuyó al aumentar la propor-

Cuadro 2. Frecuencia promedio de aparición (%) y abundancia (%) de las diferentes especies de malezas relevadas en todas las mezclas de CC y testigos para 2019 (labranza convencional) y 2020 (siembra directa).

Especie	Familia botánica	Ciclo de vida	Abundancia (%)		Frecuencia (%)	
			2019	2020	2019	2020
<i>A. arvensis</i>	Primulaceae	Anual (O-I)	19	5	45,5	14
<i>C. sumatrensis</i>	Asteraceae	Anual (O-I-P)	12	13	28	29
<i>P. aviculare</i>	Polygonaceae	Anual (O-I-P)	11	21	20	29
<i>G. spicata</i>	Asteraceae	Perenne	6	4	15,5	13
<i>Lolium</i> spp.	Poaceae	Anual (O-I-P)	5	1	14	6
<i>C. leptophyllum</i>	Umbelliferae	Anual (O-I)	7	-	15	-
<i>C. vulgare</i>	Asteraceae	Anual (O-I-P)	-	6,5	-	12,5

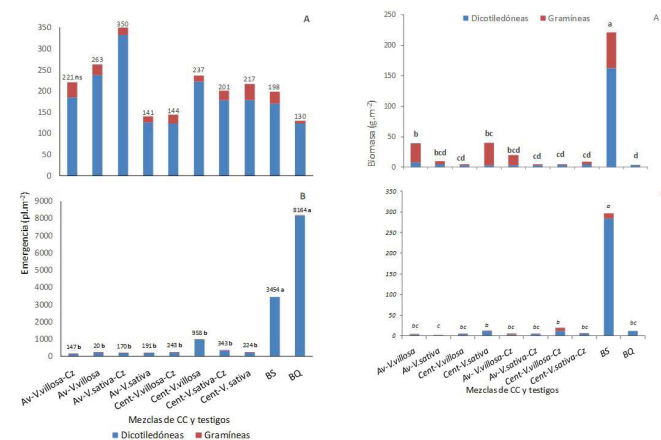


Figura 5. Densidad total de emergencia (pl. m^{-2}) de malezas O-I-P: dicotiledóneas (en azul) y gramíneas (en rojo) en testigos y las diferentes mezclas para los años 2019 (A) y 2020 (B). Los datos de malezas O-I-P y dicotiledóneas se transformaron en $\log(x)$ y raíz cuadrada ($x+1$). En las barras se muestran los valores promedios de datos no transformados, diferencias no significativas en la ME entre CC y testigos (indicadas por letras minúsculas iguales) se determinaron a partir del análisis de datos transformados.

la mayor frecuencia promedio de aparición. Mientras que, *A. arvensis*, *G. spicata*, *Cirsium vulgare* y *Lolium* spp. exhibieron los menores valores (Cuadro 2).

P. aviculare y *C. sumatrensis* se encuentran dentro de las malezas más abundantes indistintamente del periodo considerado. La variación encontrada en la abundancia relativa de las especies que componen la comunidad de malezas entre años de estudio podría deberse a las diferencias entre sistemas de labranza y/o al régimen de precipitación contrastante entre años.

DENSIDAD DE EMERGENCIA DE MALEZAS

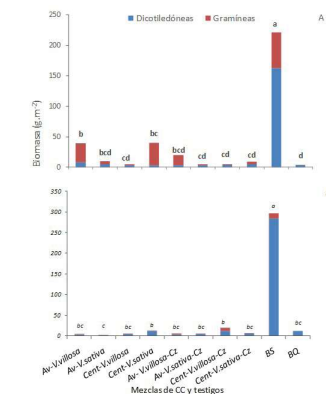


Figura 6. Biomasa promedio (g. m^{-2}) de malezas O-I-P: dicotiledóneas (en azul) y gramíneas (en rojo) a fin del ciclo en los testigos y las diferentes mezclas evaluadas en el año 2019 (A) y 2020 (B). Los datos se transformaron en raíz cuadrada (x) para mejorar la homocedasticidad previa al análisis. En las barras se presentan los valores promedios de datos no transformados, diferencias no significativas entre CC y/o testigos (indicadas por letras minúsculas iguales) se determinaron a partir del análisis de datos transformados.

En 2019 no se encontraron diferencias significativas entre CC y testigos en la densidad de emergencia de malezas O-I-P. Tampoco se hallaron diferencias significativas entre los distintos tipos de mezclas de CC (Figura 5A). En parte, esto podría estar dado porque la interferencia generada en el desarrollo de malezas no sería tan eficaz en la reducción de la densidad, en relación a aquellas prácticas de manejo que interrumpen el ciclo de las especies como la diversificación de rotación de cultivos (Weisberger *et al.*, 2019). Por lo contrario, en 2020, todos los CC suprimieron la emergencia de malezas ($p<0,0001$) entre un 88-98%, en comparación con BQ y BS, respectivamente (Figura 5B). Estos valores de supresión son lo su-

ficientemente altos como para que los CC eviten un aumento del banco de semillas (Liebman & Nichols, 2020).

BIOMASA DE MALEZAS

El CC redujo un 94,5 y 98% la biomasa promedio de malezas respecto del BS, para el año 2019 y 2020 (Figura 6). Estos valores fueron comparables a los obtenidos en BQ y, en general todas las mezclas presentaron bajos niveles de biomasa a excepción de las MS a base de avena + *V. villosa* y centeno + *V. sativa* en 2019. En cuanto a diferencias entre mezclas de CC, para el primer año la MS avena + *V. villosa* presentó mayor biomasa de espontáneas ($p < 0,0001$) respecto de la MC centeno + *V. sativa*, la MS y MC a base de centeno + *V. villosa* y las MC conformada avena + *V. sativa*. Asimismo, las MS presentaron mayor biomasa ($p = 0,0468$) respecto de MC (Figura 6A). En 2020, la MC a base de centeno + *V. villosa* y la MS de esta misma especie con *V. sativa* presentaron mayor biomasa de espontáneas ($p < 0,0001$) respecto de la MS avena + *V. sativa* (Fig. 6B). Centeno presentó mayor biomasa ($p = 0,0325$) respecto de avena (Figura 6B). No se encontró correlación significativa entre producción de biomasa del CC y

biomasa malezas.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados indicarían que la composición de las mezclas de CC presentaría una mayor influencia en la producción total de biomasa en años con condiciones hídricas limitantes, donde se observaron mayores diferencias entre mezclas para este parámetro. En estos casos, el agregado de colza manifestó una tendencia de aumento en la productividad, mientras que la *V. villosa* mostraría una mayor estabilidad del parámetro que *V. sativa*. En tanto para ambos años de estudio, la cobertura vegetal generada se afectó principalmente por el tipo de vicia utilizado, el agregado de colza en MS y la proporción de gramíneas. Es decir, que la composición específica de las mezclas de CC presentaría una mayor influencia en la cobertura vegetal que en la producción total de biomasa, la cual dependería principalmente de las condiciones ambientales imperantes.

En cuanto a los efectos en la comunidad de malezas, los CC fueron consistentemente más efectivos para suprimir la biomasa de espontáneas en comparación con la densi-

dad de emergencia. Sin embargo, los niveles encontrados de ambos parámetros fueron comparables a los del barbecho químico. Estos resultados demostrarían los beneficios de la práctica en el manejo de malezas tanto a corto como a largo plazo, considerando el potencial impacto que tendrían estos resultados en la dinámica del banco de semillas. Por lo que, la implementación de CC dentro de las secuencias de cultivo deben considerarse como una herramienta eficiente y complementaria a otras prácticas, para impulsar el desarrollo de estrategias de manejo integradas y el diseño de sistemas más sus-

tentables en la región.

Finalmente, considerando que los CC presentan potencial impacto en múltiples aspectos del sistema productivo, resulta necesario incluir en futuras investigaciones la determinación de aquellas variables que reflejen dichos efectos, como pueden ser la dinámica de nutrientes y agua. De esta manera se obtendría suficiente información para lograr un enfoque integral de las consecuencias de utilizar la práctica en el sistema y, al mismo tiempo, una mayor comprensión de los efectos encontrados en la comunidad de malezas. «

Bibliografía

- ALTIERI MA (1999) Capítulo 10. Cultivos de cobertura y utilización de mulch. En AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable (Vol. 7, Issue 2). Disponible en: <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol2n2.pdf#page=30> (último acceso: 22/06/2021).
- BARAIBAR B, HUNTER MC, SCHIPANSKI ME, HAMILTON A & MORTENSEN DA (2017) Weed suppression in cover crop monocultures and mixtures. *Weed Science*, 66(1), 121–133. <https://doi.org/10.1017/wsc.2017.59>
- BARAIBAR B, MORTENSEN DA, HUNTER MC et al. (2018) Growing degree days and cover crop type explain weed biomass in winter cover crops. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(6), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0543-1>
- BRAINARD DC, BELLINDER RR, & KUMAR V (2011) Grass-Legume Mixtures and Soil Fertility Affect Cover Crop Performance and Weed Seed Production. *Weed Technology*, 25(3), 473–479. <https://doi.org/10.1614/wt-d-10-00134.1>
- BRENNAN EB & SMITH RF (2005) Winter Cover Crop Growth and Weed Suppression on the Central Coast of California 1. *Weed Technology*, 19(4), 1017–1024. <https://doi.org/10.1614/wt-04-246r1.1>
- BROOKER RW, GEORGE TS, HOMULLE Z et al. (2021) Facilitation and biodiversity-ecosystem function relationships in crop production systems and their role in sustainable farming. *Journal of Ecology*, December 2020, 1–14. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13592>
- BUCHANAN, AL, KOLB LN & HOOKS CRR (2016) Can winter cover crops influence weed density and diversity in a reduced tillage vegetable system? *Crop Protection*, 90(December 2016), 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.006>
- BUHLER DD (1996) Development of alternative weed management strategies. *Production Agriculture*, 9(4), 501–504. <https://doi.org/10.2134/jpa1996.0501>

BYBEE-FINLEY KA, CORDEAU S, YVOZ S, MIRSKY, SB & RYAN MR (2022). Finding the right mix: a framework for selecting seeding rates for cover crop mixtures. *Ecological Applications* 32(1): e02484. <https://doi.org/10.1002/eap.2484>

CABALLERO R, GOICOECHEA EL & HERNAINZ PJ (1995) Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of vetch. *Field Crops Research*, 41(2), 135–140. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(94\)00114-R](https://doi.org/10.1016/0378-4290(94)00114-R)

DAVIS C, PRESLEY D, FARNEY JK, & SASSENATH G (2016) Evaluating Multi-Species Cover Crops for Forage Production. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 2(3), 8. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.1204>

DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZALEZ L, TABLADA M & ROBLEDO CW. *InfoStat versión 2014 Profesional*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar> (último acceso: 15/09/2022).

ELHAKHEEM A, van der WERF W & BAASTIAANS L (2021) Radiation interception and radiation use efficiency in mixtures of winter cover crops. *Field Crops Research*, 264(December 2020), 108034. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.108034>

FERNÁNDEZ OA (1982) Manejo integrado de malezas. *Planta Daninha*, 5(2), 69–79. <https://doi.org/10.1590/s0100-83581982000200010>

FERRARI DM, POZZOLO OR & FERRARI HJ (2009). Cobcal software para estimación de cobertura vegetal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. Disponible en: <https://www.cobcal.com.ar/> (último acceso: 31/08/2021).

FINNEY DM & KAYE JP (2017) Functional diversity in cover crop polycultures increases multifunctionality of an agricultural system. *Journal of Applied Ecology*, 54(2), 509–517. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12765>

FINNEY DM, WHITE CM & KAYE JP (2016) Biomass pro-



duction and carbon/nitrogen ratio influence ecosystem services from cover crop mixtures. *Agronomy Journal*, 108(1), 39-52. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0182>

FLORENCE AM, HIGLEY LG, DRUBER RA, FRANCIS CA & LINDQUIST JL (2019) Cover crop mixture diversity, biomass productivity, weed suppression, and stability. *PLoS ONE*, 14(3), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206195>

GROFF S (2008) Mixtures and cocktails: Soil is meant to be covered. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(4), 110-111. <https://doi.org/10.2489/jswc.63.4.110>

HARKER KN & O'DONOVAN JT (2013) Recent weed control, weed management, and integrated weed management. *Weed Technology*, 27(1), 1-11. <https://doi.org/10.1614/wt-d-12-00109.1>

HAYDEN ZD, BRAINARD DC, HENSHAW B & NGOUAJIO M (2012) Winter annual weed suppression in rye-vetch cover crop mixtures. *Weed Technology*, 26(4), 818-825. <https://doi.org/10.1614/wt-d-12-00084.1>

HOLMES AA, THOMPSON AA & WORTMAN SE (2017) Species-specific contributions to productivity and weed suppression in cover crop mixtures. *Agronomy Journal*, 109(6), 2808-2819. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.06.0309>

INTA (2014) Carta de Suelos de la provincia de Buenos Aires. Disponible en: https://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/series/Tres_Arroyos.htm (último acceso: 25/08/2022).

LEAVITT MJ, SHEAFFER CC, WYSE DL & ALLAN DL (2011) Rolled winter rye and hairy vetch cover crops lower weed density but reduce vegetable yields in no-tillage organic production. *HortScience*, 46(3), 387-395. <https://doi.org/10.21273/hortsci.46.3.387>

LIEBMAN M. & NICHOLS V (2020) Cropping system redesign for improved weed management: A Modeling Approach Illustrated with Giant Ragweed (*Ambrosia trifida*). *Agronomy*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy10020262>

KRUIDHOF HM, BASTIAANS L & KROPFF MJ (2008) Ecological Weed Management By Cover Cropping: Effect on Winter Weeds and Summer Weeds Establishment in Potato. *Weed Research*, 492-502.

MACLAREN C, SWANEPOEL P, BENNETT J, WRIGHT J & DEHNEN-SCHMUTZ K (2019) Cover crop biomass production is more important than diversity for weed suppression. *Crop Science*, 59(2), 733-748. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.05.0329>

MURRELL EG, SCHIPANSKI ME, FINNEY, DM et al. (2017) Achieving diverse cover crop mixtures: Effects of planting date and seeding rate. *Agronomy Journal*, 109(1), 259-271. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.03.0174>

OSIPITAN OA, DILLE JA, ASSEFA Y & KNEZEVIC SZ (2018) Cover crop for early season weed suppression in crops: systematic review and meta-analysis. *Agronomy Journal*, 110(6), 2211-2221. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.12.0752>

REEVES DW (1994) Cover crops and rotations. In S. B. Hatfield JL (Ed.), *Crops Residue Management. Advances in Soil Science*. (Lewis Publ, pp. 125-172). <https://doi.org/10.1201/9781351071246>

REISS ER & DRINKWATER LE (2020) Ecosystem service delivery by cover crop mixtures and monocultures is context dependent. *Agronomy Journal* 112: 4249-4263. <https://doi.org/10.1002/agj2.20287>

RENZI, JP (2013) Adaptación, Crecimiento y Desarrollo. En J. P. M. A. C. Renzi & Editor (Eds.), *Vicias: Bases agronómicas para el manejo de la Región Pampeana* (Ediciones, pp. 101-126).

RUFFO ML & PARSONS AT (2004) Cultivos de Cobertura en Sistemas Agrícolas. *Informaciones Agronómicas Del Cono Sur*, 21. Disponible en: [http://www.nolaboreo.es/fotosbd/Cultivos de Cobertura en Sistemas Agrícolas.pdf](http://www.nolaboreo.es/fotosbd/Cultivos%20de%20cobertura%20en%20sistemas%20agrícolas.pdf) (último acceso: 18/03/2021).

SANDERSON MA, BRINK G, RUTH L & STOUT R (2012) Grass-legume mixtures suppress weeds during establishment better than monocultures. *Agronomy Journal*, 104(1), 36-42. <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0130>

SUTER M, HOFER D & LUSCHER A (2017) Weed suppression enhanced by increasing functional trait dispersion and resource capture in forage ley mixtures. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 240, 329-339. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.01.007>

TEASDALE JR, BRANDSAEEDTER LO, CALEGARI A & SKORA NETO F (2007) Cover crops and weed management. *Non-Chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology*, November, 49-64. <https://doi.org/10.1079/9781845932909.0049>

UCHINO H, IWAMA K, JITSUYAMA Y, ICHIYAMA K, SUGIURA E & YUDATE T (2011) Stable characteristics of cover crops for weed suppression in organic farming systems. *Plant Production Science*, 14(1), 75-85. <https://doi.org/10.1626/pp.14.75>

WAYMAN S, COGGER C, BENEDICT C, BURKE I, COLLINS D & BAFY A (2015) The influence of cover crop variety, termination timing and termination method on mulch, weed cover and soil nitrate in reduced-tillage organic systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(5), 450-460. <https://doi.org/10.1017/S1742170514000246>

WEBSTER, TM, SCULLY BT, GREY TL & CULPEPPER AS (2013) Winter cover crops influence *Amaranthus palmeri* establishment. *Crop Protection*, 52, 130-135. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.015>

WEISBERGER D, NICHOLS V & LIEBMAN M (2019) Does diversifying crop rotations suppress weeds? A meta-analysis. *PLoS ONE*, 14(7), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219847>

WENDLING M, BUCHI L, AMOSSÉ C, JEANGROS B, WALTER A & CHARLES R (2017) Specific interactions leading to transgressive overyielding in cover crop mixtures. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 241, 88-99. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.003>

WHITE C, BARBERCHECK M, DuPONT T et al. (2016) Making the Most of Mixtures: Considerations for Winter Cover Crops in Temperate Climates. *Extension, Org.*, 1-32. Disponible en: <http://articles.extension.org/pages/72973/making-the-most-of-mixtures-considerations-for-winter-cover-crops-in-temperate-climates> (último acceso: 02/09/2022)

WORTMAN SE, FRANCIS CA, BERNARDS MA, BLANKENSHIP EE & LINDQUIST JL (2013) Mechanical Termination of Diverse Cover Crop Mixtures for Improved Weed Suppression in Organic Cropping Systems. *Weed Science*, 61(1), 162-170. <https://doi.org/10.1614/ws-d-12-00066.1>

ZIMDAHL RL (1994) Who are you and where are you going? *Weed Technology*, 8(2), 388-391. <https://www.jstor.org/stable/3988123?seq=1>

PARA APLICACIONES EFICIENTES, TUS MEJORES ALIADOS.

COADYUVANTES TROPFEN

POWERED BY

 **EVONIK**
Leading Beyond Chemistry

WWW.TROPFEN.COM.AR