

INFORME DE RESULTADOS
CHACRA PERGAMINO

IMPACTO DE LA INTENSIFICACIÓN Y DIVERSIFICACIÓN
DE LAS ROTACIONES SOBRE LA COMUNIDAD DE
MALEZAS Y EL USO DE AGROQUÍMICOS

Ma. Belén Agosti
GTD Chacra Pergamino

Elba de la Fuente-Adriana Lenardis-
Fernando Oreja-Marianne Torcat
FAUBA

Martín Marzetti-Eugenia Niccia
REM AAPRESID

Santiago Barberis-Julieta Robredo
Lares SRL

Alejo Ruiz-
Florencia Accame
Coordinador Técnico Zonal

Rodolfo Gil
Director Académico Científico

Mesa Técnica:
Pablo Guillaumet, Marcelo Arriola y Alfredo Bernardoni

AGOSTO 2019

IMPACTO DE LA INTENSIFICACIÓN Y DIVERSIFICACIÓN DE LAS ROTACIONES SOBRE LA COMUNIDAD DE MALEZAS Y EL USO DE AGROQUÍMICOS

INTRODUCCIÓN

¿Qué se sabe del impacto de la intensificación en la comunidad de malezas?

La intensificación sustentable se refiere al proceso por el cual se intensifica o aumenta el uso de los recursos manteniendo o incrementando la productividad y utilizando los inputs químicos de una manera racional (Caviglia *et al.*, 2010). Este proceso está asociado a la mayor complejidad del sistema y manejo eficiente de recursos. En este contexto, resulta valioso evaluar el impacto del aumento de la complejidad relacionada con distintas secuencias de cultivos sobre la estructuración de las comunidades de malezas.

La estructura (composición de especies y abundancia) de las comunidades es un proceso que sigue un grupo de “reglas de ensamblaje” que actúan sobre el conjunto de especies a modo de filtros organizados de forma jerárquica. En este proceso los factores ambientales involucrados restringen las especies del conjunto regional que conforma las comunidades locales. Las restricciones o “filtros” bióticos y abióticos actúan en múltiples escalas eliminando especies que carecen de rasgos específicos (Keddy, 1992; Belyea y Lancaster, 1999).

Los componentes tecnológicos asociados al manejo de los cultivos también pueden actuar como filtros regulando los patrones de cambio de las malezas. Por ejemplo, la intensificación y su relación con variaciones en las secuencias de cultivos, el manejo del periodo de barbecho, el tipo de labranza, la estructura del cultivo, el manejo de herbicidas y fertilizantes, el sistema de siembra y cosecha, son algunos de los filtros que pueden afectar la estructura de la comunidad a través de su efecto sobre los procesos de enmalezamiento (establecimiento, competencia, dispersión, resistencia).

La rotación de cultivos, a diferencia de los monocultivos, genera un conjunto diverso de factores que actúan sobre las poblaciones de malezas y, en consecuencia, incrementan las oportunidades para su manejo. Rotaciones diversas reducen el enmalezamiento porque generan condiciones inhóspitas y fatales a lo largo del ciclo de vida de las malezas. Las monoculturas por el contrario promueven el establecimiento de especies de malezas adaptadas a las condiciones que favorecen la producción de los cultivos. Por ello, la flora resultante es muy competitiva y de difícil control. Las secuencias deben incluir cultivos que crezcan en distintas estaciones del año, que maximicen la captura de recursos a lo largo del año, que difieran en las fechas de siembra y de cosecha, en sus hábitos de crecimiento y características de sus residuos y en sus propiedades alelopáticas (Liebman y Dyck 1993; Liebman y Ohno, 1998).

Por su parte, los cultivos de cobertura juegan un papel importante en sistemas de cultivo sustentables por la disminución de la erosión del suelo, la reducción de la lixiviación de nitratos, el aumento de la materia orgánica del suelo y la supresión de malezas sin el uso de herbicidas sintéticos. Los cultivos de cobertura contribuyen al manejo no químico de las malezas al reducir la cantidad de recursos disponibles para las malezas e interferir alelopáticamente. La mezcla de diferentes especies utilizada como cultivo de cobertura puede proporcionar mayor eficacia de manejo de malezas debido a una combinación de diferentes mecanismos inhibitorios sobre el establecimiento (variaciones de temperatura, luz, humedad del suelo) y crecimiento (competencia y alelopatía) de las mismas (Smith *et al.*, 2015).

¿Qué se sabe sobre el uso de herbicidas en sistemas intensificados?

Actualmente la agricultura tiene dos grandes desafíos, por un lado aumentar la producción de cultivos para satisfacer la creciente necesidad de alimentos y, por otro lado reducir el impacto ambiental para mantener la sustentabilidad del sistema. En este contexto, es necesario incrementar la producción de granos, aumentando los rendimientos por unidad de superficie en las actuales áreas

agrícolas y utilizando más eficientemente los recursos e insumos de manera de minimizar el riesgo ambiental y económico.

Ante la complejidad del problema de enmalezamiento, el reto es resolverlo mediante enfoques alternativos que reduzcan el nivel de infestación y al mismo tiempo el uso de productos químicos, evitando así sus efectos colaterales sobre el funcionamiento (Vasileiadis *et al.*, 2015), la contaminación (Peruzzo *et al.*, 2008, Viglizzo *et al.*, 2011), la biodiversidad (Stoate *et al.*, 2009) y la regulación natural de las plagas (Geiger *et al.*, 2010, Cardinale *et al.*, 2012) en los agroecosistemas.

Los mayores esfuerzos para incrementar la producción deberían enfocarse en la intensificación del uso de la tierra (Andrade, 2017) y en la llamada intensificación sustentable o ecológica que propone aumentar la productividad y los servicios ecosistémicos (Garibaldi, 2019). En sistemas simples, de baja intensificación, donde aparecen en juego largos períodos de barbecho, la proliferación de malezas aumenta, lo que obliga a realizar aplicaciones periódicas de herbicidas para su control. Al intensificar, se aumenta la eficiencia en el uso de los recursos disponibles del sistema productivo, lo que posibilita disminuir el crecimiento de malezas y en consecuencia, disminuir también el número de aplicaciones de herbicidas. Las herramientas disponibles para lograrlo, involucran la implantación de un doble cultivo de cosecha (estival+invernal), la incorporación de cultivos de servicios entre cultivos de cosecha, la diversificación en la rotación y la incorporación de pasturas (AAPRESID, 2019).

Objetivos

- Evaluar el impacto de distintas rotaciones de cultivos sobre la estructura y riqueza de la comunidad de malezas
- Cuantificar la toxicidad generada en el ambiente por el uso de herbicidas en las distintas rotaciones

METODOLOGÍA

Diseño experimental – Ensayo de rotaciones

Durante 6 campañas (2012/13 a 2017-18) se realizó un ensayo de rotaciones de cultivos en tres establecimientos: Las Matreras (LMs), San Nicolás (SN) y La Matilde (LMe); ubicados en Irineo Portela (Bs. As.), Uranga (Santa Fe) e Inés Indart (Bs. As.), respectivamente. En cada uno se seleccionó un lote representativo, teniendo en cuenta la serie de suelo y la posición topográfica (Tabla 1). Cada lote se dividió en cinco franjas de tamaño similar (8-20 ha dependiendo el tamaño del lote), donde se ubicaron las rotaciones planteadas en cada establecimiento.

Tabla 1. Establecimientos pertenecientes a la Chacra Pergamino, ubicación, serie de suelo dominante, capacidad de uso y zona a la que pertenece.

Establecimiento	Código	Localidad	Serie dominante	Cap. Uso	Lote elegido
Las Matreras	LMs	Irineo Portela	60-40% RT-Ar	III es/II e	Lote 21 (59ha)
San Nicolás	SN	Uranga	Py	II s	Lote 20 (106ha)
La Matilde	LMe	Inés Indart	60-40% Ro-AD4	I-1/II w	Lote 23 (39ha)

SERIES SUELO: Py (Peyrano), Ro (Rojas), AD (Arroyo Dulce), RT (Río Tala) y Ar (Arrecifes).

Las rotaciones realizadas en cada establecimiento se caracterizaron con dos parámetros: el índice de intensidad de la rotación (IIR) y el porcentaje de gramíneas (%Gram). El IIR es la relación entre el tiempo en días de la rotación ocupado con cultivos (desde emergencia a madurez fisiológica) y los días totales de la rotación; y el %Gram es la relación entre la cantidad de gramíneas y el total de cultivos realizado en la rotación. Para las rotaciones con pasturas, el IIR consideró los cuatro primeros años a intensidad 1 (durante el ciclo de las pasturas) y los últimos dos años considero el tiempo de ocupación de los cultivos que tuvieron luego de secarse la pastura. Eso hizo que el IIR sea menor a 1

(entre 0,88 a 0,90). En la Tabla 2 se muestran los valores de IIR y %Gram de cada tratamiento, incluyendo los 6 años de rotaciones (2012/13 a 2017/18).

Tabla 2. Índice de intensificación (IIR) y porcentaje de gramíneas (%Gram) de cada rotación y establecimiento de la Chacra Pergamino luego de 6 años de rotaciones.

Est.	Rotación	Abreviatura	IIR	% Gram
LMS	Pastura-Trigo/Soja-Arveja/Maiz-Avena/Soja	P-A	0,88	50
LMS	Trigo/Soja-Maiz	T/S-M	0,46	63
LMS	Trigo/Soja-Arveja/Maiz-Avena/Soja	T/S-A/M-CC/S	0,57	36
LMS	Trigo/Maiz-Vicia/Maiz	T/M-CC/M	0,54	90
LMS	Trigo/Soja-Maiz-Soja	T/S-M-S	0,46	50
SN	Pastura-Trigo/Soja-Arveja/Maiz-Avena/Soja	P-A	0,89	50
SN	Trigo/Soja-Vicia/Maiz	T/S-CC/M	0,70	50
SN	Trigo/Soja-Arveja/Maiz-Avena/Soja	T/S-A/M-CC/S	0,65	50
SN	Trigo/Maiz-Vicia/Maiz	T/M-CC/M	0,64	92
SN	Trigo/Soja-Maiz-Soja	T/S-M-S	0,46	50
LMe	Pastura-Trigo/Soja-Cebada/Maiz	P-A	0,90	58
LMe	Trigo/Soja-Cebada/Maiz	T/S-C/M	0,70	75
LMe	Trigo/Soja-Arveja/Maiz-Avena/Soja	T/S-A/M-CC/S	0,65	45
LMe	Trigo/Maiz-Vicia/Maiz	T/M-CC/M	0,67	75
LMe	Trigo/Soja-Maiz-Soja	T/S-M-S	0,53	56

En el Anexo 1 se describen los cultivos realizados en cada año y el manejo agronómico aplicado en todas las rotaciones y establecimientos. Los genotipos utilizados en cada caso, fueron los disponibles por los establecimientos, aunque se sugirieron ciclos cortos en el caso de fechas de siembras más tardías. Las fechas de siembra y cosecha se ajustaron a las rotaciones planteadas, anticipando lo más posible las cosechas para no demorar las siembras de los cultivos siguientes. En el primer ciclo de rotaciones, la fertilización fue la realizada habitualmente por cada establecimiento para cada uno de los cultivos, pero ya desde el segundo ciclo se empezó a ajustar la fertilización por rotación (según protocolos elaborados por campo y rotación). Plagas, enfermedades y malezas recibieron el manejo habitual de cada establecimiento.

Para contrastar el efecto de máxima intensidad (ocupacional), con las rotaciones agrícolas, se sembraron pasturas consociadas (gramíneas y leguminosas). Las pasturas se sembraron en abril de 2012 en San Nicolás y La Matilde, en agosto 2012 en Las Matreras (ver detalle del manejo de las pasturas en Anexo 1). Todas las pasturas se mantuvieron sin animales y se realizaron 3-5 cortes mecánicos por año, a partir de los cuales se elaboraron rollos, que fueron pesados y contados para estimar producción de materia seca (MS). En otoño de 2016 las pasturas se secaron con herbicidas para iniciar el ciclo agrícola, dejando un pequeño sector en pastura en cada establecimiento para hacer alguna determinación.

Experimentos: Determinaciones y análisis de datos

A. Efecto de la intensificación sobre la población de malezas (abundancia y frecuencia)

En los años 2017 y 2018 se realizaron dos mediciones de malezas al año (una en otoño y otra en primavera) en todas las rotaciones en los tres establecimientos (Tabla 2). En cada tratamiento (rotación) se establecieron 10 estaciones muestrales de 10 m² cada una, tomando un círculo de aproximadamente 1,7m de radio, teniendo como centro al observador.

En cada momento de muestreo se relevó las especies de malezas presentes y su abundancia, esto último a través del Indicador Poblacional de Abundancia (IPA) (Tabla 3 y 4). La frecuencia de aparición (F) de cada especie de maleza se determinó como el cociente entre el número de estaciones en la que se registró la maleza y el total de estaciones (10). El IPA utilizado varió entre las mediciones de 2017 y 2018, buscando mayor detalle en el segundo caso. Luego se hizo una transformación para unificar los datos para el análisis.

Tabla 3: IPA 2017 (Indicador Poblacional de Abundancia). Estimación visual.

Malezas por Ciclo de Vida	Nº de plántulas en 10 m ²			
	Nivel de IPA			
	1	2	3	4
Monocotiledóneas anuales	Abundancias muy bajas, esporádicas y difíciles de estimar (1)	< 1 (1)	1.0-10 (2)	> 10 (3,5)
Dicotiledóneas anuales		< 0.5 (1)	0.5-3 (1)	> 3 (3)
Monocotiledóneas perennes		< 0.5 (1)	0.5-3 (1)	> 3 (3)
Dicotiledóneas perennes		< 0.4 (1)	0.4-2 (1)	> 2 (3)

(*) valor de IPA corregido para unificar datos entre años

Tabla 4: IPA MODIFICADO 2018 (Indicador Poblacional de Abundancia). Estimación visual.

Malezas por Ciclo de Vida	Nº de plántulas en 10 m ²			
	Nivel de IPA			
	1	2	3	4
Igual para todos los Ciclos de Vida	1	1-10	11-100	> 100

Para caracterizar la abundancia de malezas en una rotación se multiplicó el valor de IPA y F de cada especie. Los valores de abundancia se calcularon para cada momento de muestreo. Para el número de especies, se calculó un promedio de ambos años en otoño y primavera.

B. Efecto de la intensificación sobre la estructura y la riqueza de la comunidad de malezas

En septiembre de 2018 se realizaron experimentos mensurativos (relevamiento de malezas) en parcelas a campo (Exp. 1) y experimentos manipulativos (muestreo de banco de semillas de las parcelas a campo) en el invernáculo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (34°, 25'S; 58°, 25'O) (Exp. 2).

Los relevamientos de malezas y el muestreo del banco de semillas se realizaron en parcelas de aproximadamente 10ha ubicadas en tres establecimientos donde se repetían las mismas rotaciones (San Nicolás, La Matilde y Las Matreras). En ambos experimentos el diseño fue completamente aleatorizado, con dos o tres (Exp. 1) y cuatro repeticiones (Exp. 2) y cuatro tratamientos o rotaciones: (i) pastura - trigo/soja de segunda - arveja/maíz - avena/soja (P-A en negro), (ii) trigo/soja de segunda - maíz - soja (T/S-M-S en rojo), (iii) trigo/soja de segunda - arveja/maíz - avena/soja (T/S-A/M-CC/S en amarillo), (iv) trigo/ maíz segunda - cultivo de cobertura de vicia/ maíz tardío (T/M-CC/M en azul).

El relevamiento (Exp. 1) se realizó siguiendo el método fitosociológico clásico, registrando la lista de especies de toda la zona central de la parcela y la cobertura-abundancia de las especies de malezas y del cultivo si lo hubiere. En el muestreo del banco de semillas (Exp. 2) se tomaron de forma aleatoria tres muestras de banco de semillas por parcela a una profundidad de 8 cm, se trasladaron al invernáculo de FAUBA y allí se homogeneizaron. Luego se tomaron cuatro sub muestras que se colocaron en bandejas plásticas perforadas en la base para favorecer el drenaje y se cubrieron con red para evitar herbivoría y contaminación. Periódicamente, desde septiembre a diciembre, se regaron las bandejas y se relevaron las plántulas emergidas y la densidad de individuos por especie. En ambos experimentos se determinaron algunas funciones (morfotipo, origen y ciclo) y se evaluó la riqueza y constancia de especies.

La estructura y riqueza de la comunidad se analizó con métodos estadísticos univariados (ANVA). Los efectos de distintos parámetros asociados a cada rotación (IIR, % gramíneas, %MO, %COP, C total, biomasa de rastrojos, número de aplicaciones) sobre la estructura de la comunidad se evaluaron con métodos multivariados (PCA).

C. Efecto de la intensificación sobre el uso de agroquímicos

Se realizó la evaluación de riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en las distintas rotaciones de cada campaña agrícola (2012/13 a 2017/18), a través de la plataforma RIPEST (Ferraro *et al.*, 2003). Dicho sistema mide el efecto de la toxicidad de los plaguicidas a través de Unidades toxicológicas (UT) en dos grupos de organismos: mamíferos e insectos.

$$UT_{mi} = D_i / LD50_{i \text{ rat}}$$

$$UT_{ii} = D_i / LD50_{i \text{ bee}}$$

donde, UT_{mi} y UT_{ii} son las unidades tóxicas para mamíferos e insectos, D_i es la dosis aplicada (gr. de producto formulado/ha) del pesticida i , $LD50_{i \text{ rat}}$ es la dosis letal aguda oral 50 para ratas (mg/k) del pesticida i , y $LD50_{i \text{ bee}}$ es la dosis letal aguda de contacto para abejas (μg /abeja) del pesticida.

Dado que este trabajo está enfocando en el comportamiento de malezas respecto a la intensificación del uso del suelo con distintas rotaciones, se decidió analizar únicamente cuál era el impacto de uso de herbicidas en forma independiente al resto de los plaguicidas. Para ello, se utilizaron los resultados de las UT_i y UT_m acumuladas de los herbicidas aplicados en los 6 años de ensayos (2012/13 a 2017/18) para representarlo en forma gráfica según establecimiento y rotación evaluada. También se establecieron relaciones lineales entre la suma de unidades toxicológicas (UT_i y UT_m) y el número de aplicaciones de herbicidas de cada rotación de cada establecimiento y el IIR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Efecto de la intensificación sobre la población de malezas (abundancia y frecuencia)

La abundancia de malezas en San Nicolás tuvo algunas diferencias entre momentos de muestreo y rotaciones (Figura 1). Comparando entre rotaciones, se dan picos y caídas en la abundancia en distintos momentos que en general pueden tener que ver con los cultivos presentes al momento de muestreo, e indirectamente con las aplicaciones de herbicidas asociados a los mismos. Sin embargo, hay una leve tendencia a mayor abundancia de malezas en la rotación testigo (T/S-M-S línea roja) y la rotación con arveja (T/S-A/M-CC/S línea amarilla), y menor abundancia la rotación con alto porcentaje de gramíneas (T/M-CC/M línea azul). Comparando entre momentos de muestreo, en otoño en general hubo mayor abundancia de malezas que en primavera, especialmente en las rotaciones que en primavera tenían cultivos invernales en pleno desarrollo (trigo, vicia, avena) que compiten muy bien con las malezas. Sin embargo, no es lo que suele ocurrir con la arveja (línea amarilla en primavera 2017), que por su baja producción de materia seca y escasa competencia, suele tener mayor abundancia de malezas en plena floración del cultivo. Los niveles altos de abundancia en otoño 2017 en rotaciones P-A (línea negra), T/S-M-S y T/S-A/M-CC/S se deben a que el muestreo fue post cosecha de soja, antes de realizarse aplicaciones de herbicidas e incluyendo al rebrote de soja guacha, la cual fue contabilizada como maleza.

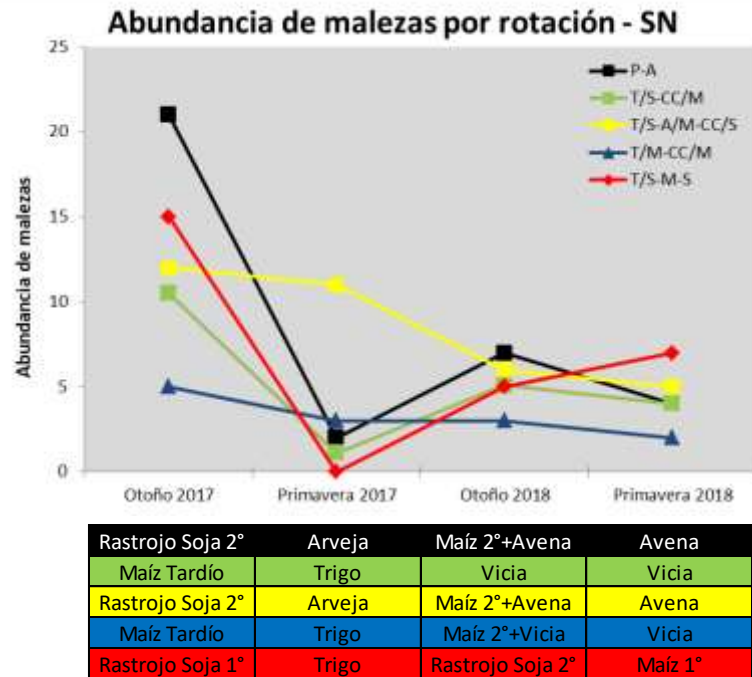


Figura 1. Abundancia de malezas en las distintas rotaciones de San Nicolás (SN) en 4 momentos de muestreo (Otoño y Primavera 2017 y 2018). En la tabla inferior se muestra el cultivo que había en cada rotación en el momento de muestreo.

En La Matilde la abundancia de malezas fue en general algo menor que en SN al analizar todas las rotaciones y momentos de muestreo (Figura 2). Comparando entre rotaciones es menos claro aún el efecto de la intensificación sobre la abundancia de malezas; no se destacaron rotaciones que contundentemente tengan mayor o menor nivel de malezas. La abundancia nuevamente estuvo más asociada al cultivo presente al momento de muestreo, con picos altos en el rastrojo de soja (rotación T/S-M-S y T/S-A/M-CC/S en otoño 2017) y niveles mínimos de malezas cuando hubo trigo en primavera (todas las rotaciones en primavera 2017). En el caso de la rotación T/M-CC/M (línea azul) en primavera 2018, la mayor abundancia de malezas estuvo asociada a que la vicia tuvo una implantación desuniforme (siembra aérea con maíz en pie), dejando libres de cultivo de cobertura algunas zonas, que se enmalezaron en primavera. En este establecimiento también hubo más enmalezamiento en otoño que en primavera en la mayoría de las rotaciones.



Figura 2. Abundancia de malezas en las distintas rotaciones de La Matilde (LMe) en 4 momentos de muestreo (Otoño y Primavera 2017 y 2018). En la tabla inferior se muestra el cultivo que había en cada rotación en el momento de muestreo.

En Las Matreras la abundancia de malezas de todas las rotaciones fue en general mayor que en SN y LMe (Figura 3). Comparando entre rotaciones, al igual que en SN, hay una tendencia en la rotación T/S-M-S (línea roja) y T/S-A/M-CC/S (línea amarilla) a tener mayor abundancia, y en la rotación con más gramíneas (T/M-CC/M línea azul) a tener menor. Además, también fue importante el impacto del cultivo presente al momento de muestreo, con mayor abundancia en rastrojos de soja en otoño y arveja en primavera, que con trigos y vicias en primavera. La excepción es el trigo de la rotación T/S-M (línea verde) en primavera 2018 que a pesar de estar en pleno crecimiento se presentaba muy enmalezado. Entre momentos de muestreo también hubo más abundancia en otoño que en primavera en la mayoría de las rotaciones.

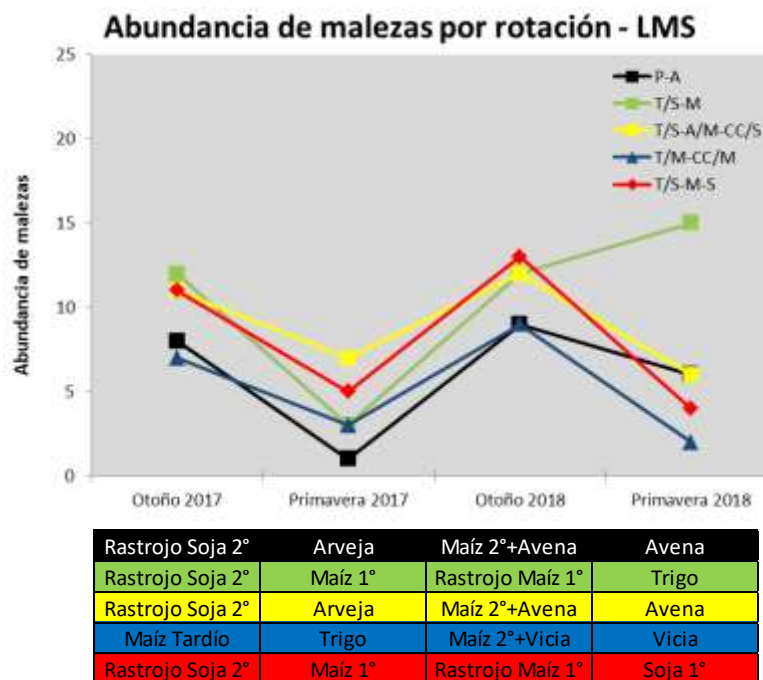


Figura 3. Abundancia de malezas en las distintas rotaciones de Las Matreras (LMS) en 4 momentos de muestreo (Otoño y Primavera 2017 y 2018). En la tabla inferior se muestra el cultivo que había en cada rotación en el momento de muestreo.

El número de especies de malezas en general fue mayor en los muestreos de otoño que en los de primavera en los tres establecimientos (Figura 4). En otoño, el mayor número de especies se da en las rotaciones P-A (barras negras), T/S-A/M-CC/S (barras amarillas) y T/S-M-S (barras rojas); y el menor valor en las rotaciones T/M-CC/M (barras azules). En primavera, las diferencias entre rotaciones en el número de especies es mucho menor y no hay una tendencia tan clara.

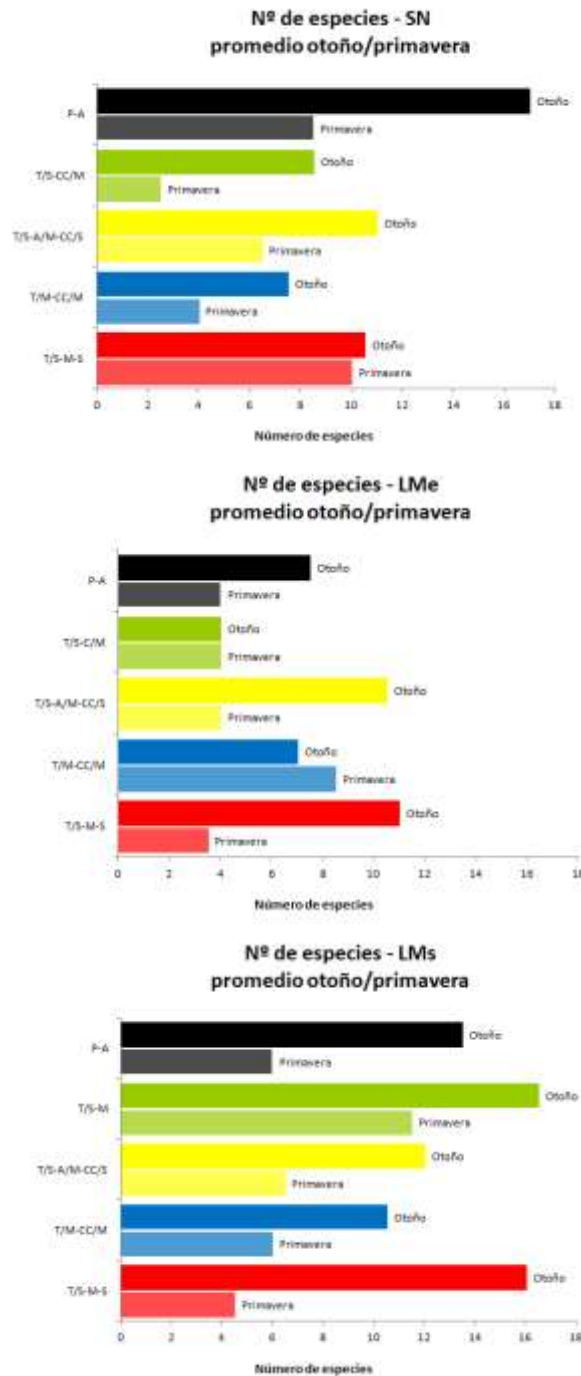


Figura 4. Número de especies de malezas promedio en otoño (colores más oscuros) y primavera (colores más claros) en cada rotación en los tres establecimientos (SN, LMe y LMs).

De las malezas evaluadas, hubo tres que estuvieron presentes en el mayor número de casos analizados: *Conyza* sp, *Lolium* sp. y *Sonchus* sp. Se establecieron relaciones entre la abundancia de las mismas en otoño 2018 y la biomasa de rastrojo acumulada por los distintos cultivos de cada rotación (2012/13 a 2017/18). Se eligió el otoño 2018 por coincidir con el momento en que se finalizó de acumular el rastrojo de las 6 campañas y por ser el otoño el momento de mayor abundancia de malezas. Solo *Conyza* tuvo un buen ajuste, reduciendo su abundancia en las rotaciones con mayor acumulación de biomasa de rastrojo (Figura 5).

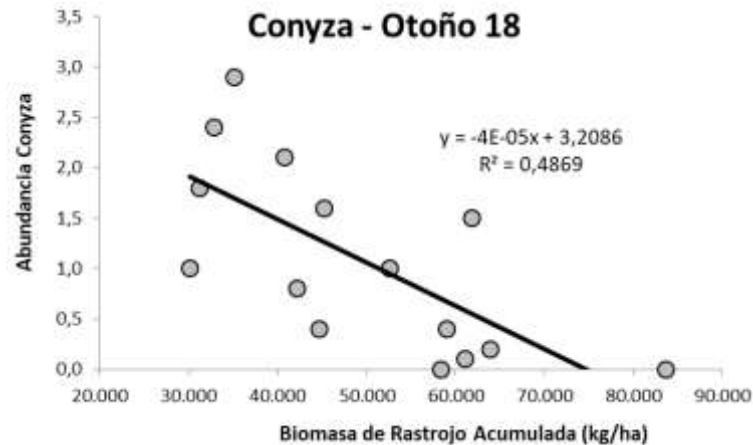


Figura 5. Relación entre la abundancia de *Conyza* sp. (Rama Negra) en otoño 2018 y la biomasa acumulada de rastrojo desde la campaña 2012/13 a 2017/18. Se incluyen todas las rotaciones en los tres establecimientos (LMs, SN y LMe).

B. Efecto de la intensificación sobre la estructura y la riqueza de la comunidad de malezas

Aunque el elenco de especies no fue exactamente igual entre experimentos (relevamiento y banco de semillas), el análisis permitió identificar cuatro comunidades diferentes asociadas a cada una de las rotaciones analizadas, caracterizadas por la presencia o ausencia de diferentes grupos florísticos (Tablas 6 y 7). Considerando que entre establecimientos hay algunas diferencias ambientales asociadas al clima, al suelo y al manejo, encontrar diferencias entre rotaciones indica que son un filtro importante en la conformación de la comunidad.

La riqueza total de especies fue 36 (Exp. 1) y 21 (Exp. 2). Predominan las dicotiledóneas anuales y no hubo diferencias marcadas entre nativas y exóticas. Este resultado es bastante consistente en las comunidades de malezas del área pampeana. En el relevamiento predominaron las especies OIP y comenzaban a emerger las PEO, en el análisis de suelo predominaron las PEO que no habían emergido.

Relevamiento (Exp. 1)

El grupo formado por *Stellaria media*, *Lolium multiflorum*, *Lamium amplexicaule*, *Coronopus didymus*, *Conyza bonariensis*, *Urtica urens*, *Capsella bursa pastoris*, *Senecio grisebacchi*, *Alternanthera pungens* y *Sonchus oleraceus* presentó alta constancia (% de sitios en los que estuvo presente la especie) en todas las rotaciones (Tabla 5). Es común que haya un grupo de especies de alta constancia común en todos los ambientes, en general son especies adaptadas a las condiciones ambientales favorables para los cultivos.

El resto de los grupos presentó diferencias entre rotaciones. Por ejemplo, el grupo *Trifolium repens* y *Vicia sativa* estuvo presente sólo en la rotación P-A, mientras que el grupo *Cirsium vulgare* y *Gamochoaeta pensylvanica* estuvo ausente sólo en la rotación T/M-CC/M.

La riqueza total en el relevamiento fue de 36 especies. Si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas entre rotaciones en riqueza y abundancia de especies, la rotación P-A tendió a presentar alta riqueza y abundancia total, es decir hubo equitatividad de especies ya que había muchas especies de baja abundancia cada una. Mientras que la rotación T/M-CC/M tendió a presentar baja riqueza y alta abundancia total, es decir hubo especies dominantes ya que hubo pocas especies de alta abundancia cada una.

Tabla 5. Comunidades de malezas asociadas a cada rotación según el relevamiento (Exp. 1) realizado en septiembre de 2018. Composición de especies y funciones y constancia y riqueza de especies.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA	MORFOTIPO	CICLO	ORIGEN	CONSTANCIA SEGÚN ROTACIÓN			
							rotación: pastura-trigo/soja 2da -arveja/maíz-avena/soja	rotación: trigo/soja 2da - maíz - soja	rotación: trigo/soja 2da - arveja/maíz - avena/soja	rotación: trigo/ maíz 2da - vicia/ maíz tardío
							antecesor: maíz relevado: avena	antecesor: soja 2da relevado: barbecho	antecesor: maíz relevado: avena	antecesor: maíz relevado: vicia
I	<i>Stellaria media</i> (L.) Cirillo	Capiqui	Caryophyllaceae	D	A	A	100	100	100	66,7
	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Raigrás criollo	Poáceas	M	A-B	I	50	33,3	50	33,3
	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Ortiga mansa	Lamiáceas	D	A	A	100	100	50	100
	<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	Mastuerzo	Brassicaceae	D	A	N	100	33,3	100	66,7
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Rama negra	Asteraceae	D	A	N	50	100	100	33,3
	<i>Urtica urens</i> L.	Ortiga	Urticaceae	D	A	NAT	100	100	50	33,3
	<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Medik.	Bolsa de pastor	Brassicaceae	D	A-B	A	100	33,3	100	33,3
	<i>Senecio grisebachii</i> Baker	Primavera	Asteraceae	D	P	N	100	33,3	100	33,3
	<i>Alternanthera pungens</i> Kunth	Alternantera	Amaranthaceae	D	P	N	100	33,3	100	33,3
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Sonchus	Asteraceae	D	A	A	100	33,3	50	33,3
	II	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Cardo común	Asteraceae	D	A-B	NAT	100	33,3	100
<i>Gamochaeta pensylvanica</i> (Willd.) Cabrera			Asteraceae	D	B-P	N	100	66,7	100	
III	<i>Trifolium repens</i> L.	Trébol blanco	Fabaceae	D	P	A	50			
	<i>Vicia sativa</i> L.	Arveja común	Fabaceae	D	A	A	50			
IV	<i>Cyclospermum leptophyllum</i> (Pers.) Sprague	Apio cimarrón	Apiaceae	D	A	N	50	66,7		
	<i>Veronica persica</i> Poir.	Canchalagua	Plantaginaceae	D	A	A	100	33,3		
	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Pasto cuaresma	Poaceae	M	A	A	50	33,3		
V	<i>Carduus acanthoides</i> L.	Cardo chileno	Asteraceae	D	A	N	100		50	
	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Diente de león	Asteraceae	D	P	A	50		50	
	<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca	Polygonaceae	D	P	A	50		50	
	<i>Veronica peregrina</i> L.	Plumilla	Plantaginaceae	D	A	A	50		50	
VI	<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav.	Perejilillo	Umbelliferas	D	A	N	100			33,3
	<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	Oxalis	Fabaceae	D	P	N	50			33,3
VII	<i>Avena fatua</i> L.	Avena	Poaceae	M	A	I				33,3
	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Cebada	Poaceae	M	A	A				33,3
	<i>Bromus</i> sp.	Bromus	Poaceae	M					50	33,3
	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Anagallis	Primulaceae	D	A	A			50	
VIII	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Soja	Fabaceae	D	A	I		33,3		
	<i>Triticum aestivum</i> L.	Trigo	Gramineae	M	A	J		33,3		
	<i>Dichondra microcalyx</i> (Hallier f.) Fabris	Oreja de ratón	Convolvulaceae	D	P	N		33,3		
	<i>Distichlis</i> sp.		Poaceae					33,3		
RIQUEZA (número de especies)							23	19	18	15
ABUNDANCIA TOTAL (cobertura %)							51	11	20	46
II							0,89	0,48	0,62	0,61

Según el análisis estadístico multivariado PCA (“principal component analysis”), cuyos ejes 1 y 2 explican el 47% de la variación, las diferencias más importantes en la composición de especies se encontraron entre las rotaciones P-A (negro, a la izquierda de la figura) y T/M-CC/M (azul, a la derecha de la figura), mientras que la rotación T/S-A/M-CC/S (amarilla, en el centro de la figura) tuvo una composición intermedia. La composición de especies de la rotación T/S-M-S (roja) estuvo más asociada al establecimiento que a la rotación (Figura 6).

Las principales variables relacionadas con la estructura de la comunidad en el eje 1 fueron rastrojo (51%) y IIR (40%), y en el eje 2 fue % Gram (33%). La asociación con la presencia de rastrojo puede estar asociada a la influencia que tiene sobre el establecimiento de plántulas de malezas, generalmente limitando las señales que terminan la dormición de semillas. El % de gramíneas en la rotación puede influir a través del manejo de herbicidas o de la calidad del rastrojo. En este caso parecería estar más ligado a la calidad del rastrojo.

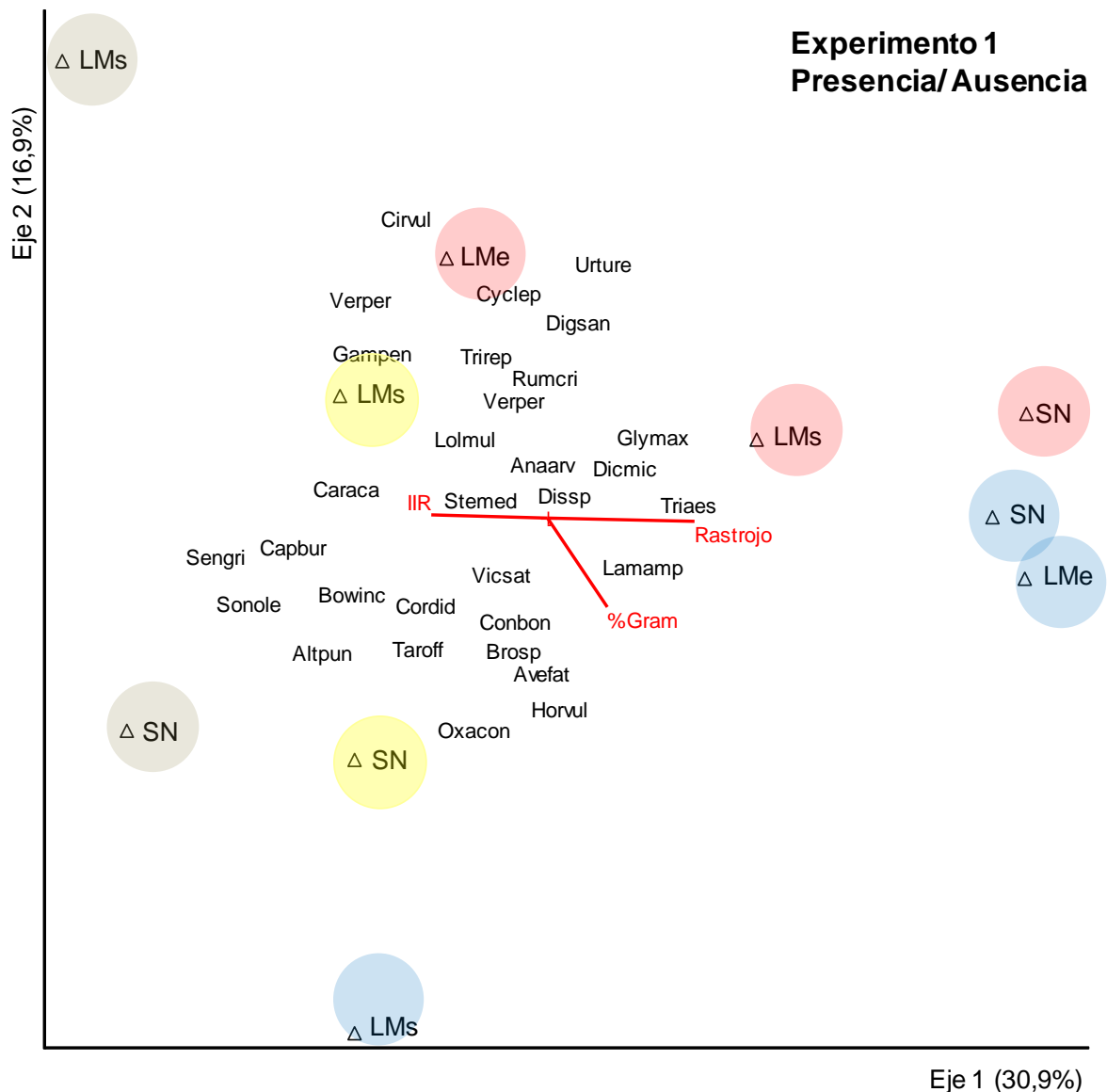


Figura 6. Ordenamiento de presencia o ausencia de especies en el relevamiento y lotes según el PCA. Las siglas representan San Nicolás (SN), La Matilde (LMe) y Las Matreras (LMs), los colores representan las rotaciones P-A (negro), T/S-M-S (rojo), T/S-A/M-CC/S (amarillo) y T/M-CC/M (azul), el largo y ángulo de los vectores rojos indica el grado de relación con los ejes 1 y 2 de las variables rastrojo, IIR y % Gram.

Análisis de banco de semillas (Exp. 2)

El grupo formado por *Conyza bonariensis*, *Amaranthus hybridus* y *Portulaca oleracea* presentó alta constancia en el banco de semillas de todas las rotaciones (Tabla 6). El resto de los grupos presentó diferencias entre rotaciones. Por ejemplo, el grupo *Chenopodium album*, *Melilotus* sp., *Trifolium repens*, *Polygonum* sp. y *Dichondra microcalyx* estuvo presente sólo en la rotación P-A, el grupo *Echinochloa crus-galli* y *Digitaria sanguinalis* estuvo ausente sólo en la rotación T/S-A/M-CC/S y el grupo *Coronopus didymus*, *Taraxacum officinale*, *Eleusine indica*, *Cyperus* sp. estuvo ausente sólo en la rotación T/M-CC/M.

La riqueza total en el relevamiento fue de 21 especies principalmente estivales que no habían emergido cuando se hizo el relevamiento. Si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas entre rotaciones en riqueza y abundancia de especies, la tendencia fue similar al relevamiento. Es decir, que la rotación P-A tendió a presentar alta riqueza y abundancia total, lo que significa que hubo equitatividad de especies, ya que había muchas especies de baja abundancia cada una. Mientras que la rotación T/M-CC/M tendió a presentar baja riqueza y alta abundancia total, es decir hubo especies dominantes ya que si bien hubo pocas especies de alta abundancia cada una.

Tabla 6. Comunidades de malezas asociadas a cada rotación según el análisis del banco de semillas (Exp. 2) realizado en septiembre de 2018. Composición de especies y funciones y constancia y riqueza de especies.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA	M	C	O	CONSTANCIA SEGÚN ROTACIÓN (%)				CONSTANCIA TOTAL	
							rotación: pastura-trigo/soja 2da -arveja/maíz-avena/soja	rotación: trigo/soja 2da - maíz - soja	rotación: trigo/soja 2da - arveja/maíz - avena/soja	rotación: trigo/ maíz 2da - vicia/ maíz tardío		
							antecesor: maíz relevado: avena	antecesor: soja 2da relevado: barbecho	antecesor: maíz relevado: avena	antecesor: maíz relevado: vicia		
I	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Rama negra	Asteraceae	D	A	N	100	66,7	100	100	100	
	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Yuyo colorado	Amaranthaceae	D	A	A	50	66,7	100	100	100	
	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Portulacaceae	D	A	A	50	33,3	50	100	100	
II	<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	Mastuerzo	Brassicaceae	D	A	N	100	100,0	100		75	
	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Diente de león	Asteraceae	D	P	A	100	66,7	100		75	
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Pie de gallina	Poaceae	M	A	A	50	33,3	100		75	
	<i>Cyperus</i> sp.		Cyperaceae	M	P		100	33,3	50		75	
III	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Capin	Poaceae	D	A	I	100	66,7		100	75	
	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Pasto cuaresma	Poaceae	M	A	A	100	66,7		100	75	
IV	<i>Euphorbia serpens</i> Kunth	Yerba meona	Euphorbiaceae	D	A			33,3	50	100	75	
	<i>Oxalis conorrhiza</i> Jacq.	Trebol	Fabaceae	D	A	N		33,3		100	50	
V	<i>Chenopodium album</i> L.	Quinoa	Chenopodiaceae	D	A	A	50	33,3			50	
	<i>Melilotus</i> sp.		Fabaceae	D			50				25	
	<i>Trifolium repens</i> L.	Trebol blanco	Fabaceae	D	P	A	50				25	
	<i>Polygonum</i> sp.		Polygonaceae	D	A		50				25	
	<i>Dichondra microcalyx</i> (Hallier f.) Fabris	Oreja de ratón	Convolvulaceae	D	P	N	50				25	
	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Soja	Fabaceae	M	A	I		33,3			25	
VI	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escobilla	Malvaceae	D	A	N	50				25	
	<i>Zea mays</i> L.	Maíz	Poaceae	M	A	N			50		25	
	<i>Anagallis arvensis</i> L.	Anagallis	Primulaceae	D	A	A			50		25	
RIQUEZA (número de especies)							15	13	10	7	20	
ABUNDANCIA MEDIA (densidad promedio de plántulas emergidas por bandeja)							49	56	11	63	64	
II							0,89	0,48	0,62	0,61		

Según el análisis estadístico multivariado PCA (“principal component analysis”) cuyos ejes 1 y 2 explican el 36% de la variación, las diferencias más importantes en la composición de especies se encontraron entre las rotaciones T/S-A/M-CC/S (amarilla, arriba a la izquierda de la figura) y T/M-CC/M (azul, abajo a la derecha de la figura). La composición de especies de las rotaciones P-A (negra) y T/S-M-S (roja) estuvo más asociada al establecimiento que a la rotación (Figura 7).

Las principales variables que explicaron la estructura de las comunidades estuvieron relacionadas con el eje 2 y fueron % Gram (48%) y % MO (30%). La asociación con el % de gramíneas en la rotación es similar al anterior ya que puede influir a través su relación con el manejo de herbicidas o de la calidad del rastrojo. Pero además la presencia de gramíneas así como la de cultivos en cobertura podría cambiar algunas de las propiedades del suelo como la materia orgánica y afectar el filtrado de especies de la comunidad de malezas a través de, por ejemplo, la producción de semillas y la adaptación o “fitness”.

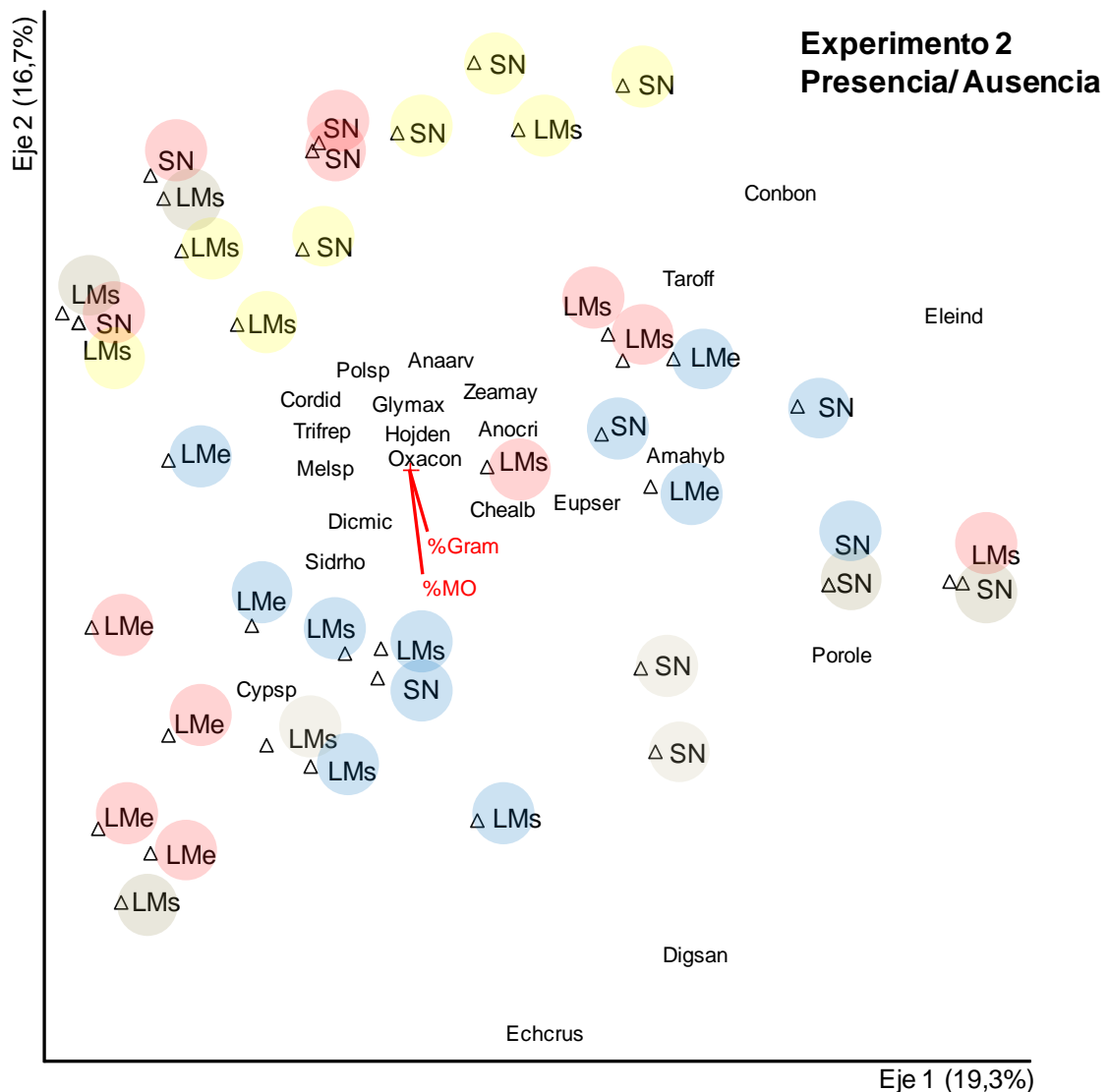


Figura 7. Ordenamiento de presencia o ausencia de especies en el muestreo del banco de semillas y lotes según el PCA. Las siglas representan San Nicolás (SN), La Matilde (LMe) y Las Matreras (LMs), los colores representan las rotaciones P-A (negro), T/S-M-S (rojo), T/S-A/M-CC/S (amarillo) y T/M-CC/M (azul), el largo y ángulo de los vectores rojos indica el grado de relación con el eje 2 de las variables % Gram y % MO.

C. Efecto de la intensificación sobre el uso de agroquímicos

Se evaluó el riesgo ambiental por el uso de herbicidas en cada establecimiento según las unidades toxicológicas acumuladas sobre Insectos y sobre mamíferos (i.e. UTi y UTm), desde la campaña 2012/2013 hasta 2017/2018. En La Matilde (Figura 8), las rotaciones T/S-M-S y T/S-A/M-CC/S (líneas rojas y amarillas, de menor IIR) presentaron mayor número de aplicaciones y menor UT acumuladas, tanto sobre el riesgo toxicológico en insectos como en mamíferos, que las rotaciones de mayor intensidad. Al intensificar se redujeron en un 23% el número de aplicaciones y en un 40% la toxicidad de las mismas; en comparación con las rotaciones de bajo IIR.

Al analizar los herbicidas que fueron utilizados, las aplicaciones con Paraquat mostraron un mayor riesgo toxicológico, tanto sobre insectos como mamíferos. En segundo lugar aparecen las aplicaciones con 2,4D, las que resultaron con un riesgo alto sobre mamíferos, pero bajo sobre insectos. En este sentido, cabe mencionar que si bien el 2,4D se utilizó en todas las rotaciones, el Paraquat sólo fue aplicado en las rotaciones T/S-M-S (línea roja) y T/S-A/M-CC/S (línea amarilla).

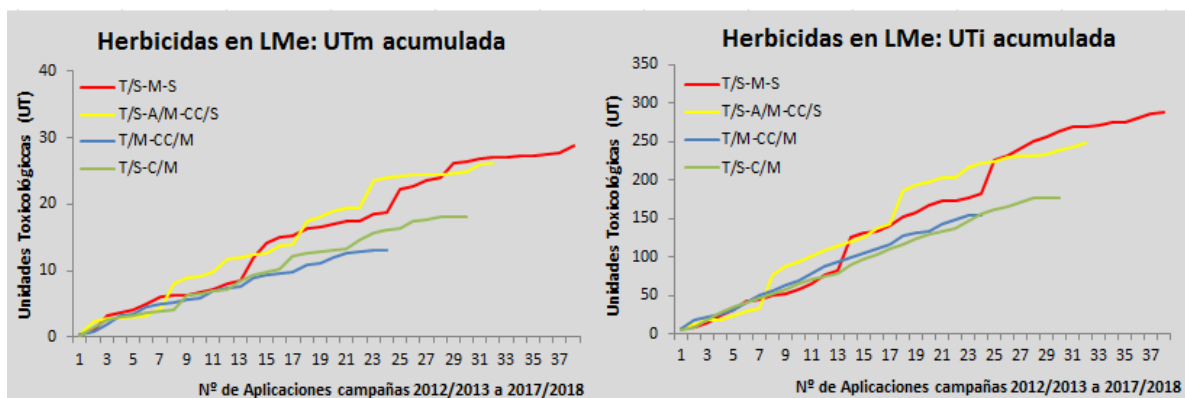


Figura 8. Unidades toxicológicas (UT) acumuladas de mamíferos (UTm, izquierda) e insectos (UTi, derecha) en función del número de aplicaciones (2012/13 a 2017/18) para las distintas rotaciones del establecimiento La Matilde.

En SN se observa una tendencia similar a La Matilde (Figura 9). Las rotaciones T/S-M-S y T/S-A/M-CC/S (de baja intensidad) tuvieron el mayor número de aplicaciones y mayor toxicidad. Sin embargo, la rotación con alto % de gramíneas (línea azul, T/M-CC/M) que tiene similar IIR que las anteriores, se diferencia con un menor número de aplicaciones y menor toxicidad, seguramente asociado al tipo de cultivos que incluye (de alto aporte de MS) y al uso diferencial de herbicidas. Las rotaciones de alta intensidad y alto % gramíneas redujeron en un 34% el número de aplicaciones y en un 50% la toxicidad de las mismas; en comparación con las otras rotaciones.

En cuanto al tipo de herbicidas utilizados, si bien los IIR de T/M-CC/M y T/S-A/M-CC/S fueron muy similares (i.e. 0,6 y 0,65, respectivamente), las aplicaciones de herbicidas fueron diferentes. En la rotación T/S-A/M-CC/S se registraron mayor número de aplicaciones (varias de las cuales fueron con Paraquat y 2,4D) resultando en más UT acumuladas respecto a la rotación T/M-CC/M. En cuanto a la rotación T/S-CC/M, no se registró ninguna aplicación de Paraquat pero si varias de 2,4D, que determinaron similar número de aplicaciones que la rotación T/M-CC/M pero menor toxicidad. La rotación P-A tuvo muy bajo número de aplicaciones, debido a que en el ciclo de pastura sólo se aplicaron herbicidas pre siembra y para el secado; la toxicidad generada fue especialmente durante los dos años de ciclo agrícola.

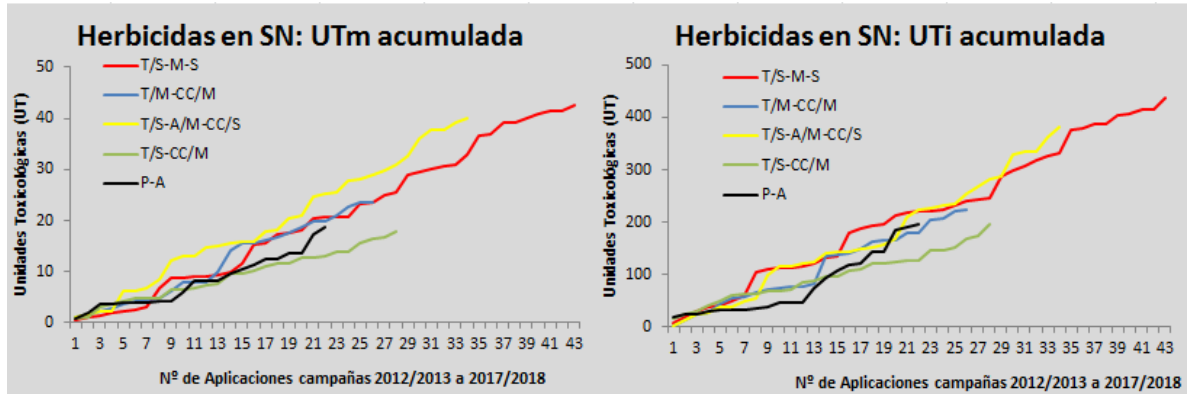


Figura 9. Unidades toxicológicas (UT) acumuladas de mamíferos (UTm, izquierda) e insectos (UTi, derecha) en función del número de aplicaciones (2012/13 a 2017/18) para las distintas rotaciones del establecimiento San Nicolás.

En Las Matreras, se dio un cambio en la toxicidad de los herbicidas entre rotaciones (Figura 10). En este establecimiento, se observa que las rotaciones que resultaron en un mayor riesgo toxicológico, tanto sobre insectos como sobre mamíferos, fueron T/S-A/M-CC/S y T/M-CC/M. Al observar los herbicidas utilizados, nuevamente fueron las aplicaciones con Paraquat las que marcaron la mayor diferencia y 2,4D, en segundo lugar. Respecto a estas aplicaciones, cabe mencionar que en 2015 se aplicó Paraquat en la rotación T/M-CC/M a una dosis superior a lo recomendado, lo que explica el salto abrupto que se observa en la línea azul y que luego deriva en que el riesgo toxicológico alcanzado sea superior a lo esperado. En cuanto a las rotaciones T/S-M y T/S-M-S, resultaron con menor riesgo toxicológico que las anteriores, lo que se explicaría en parte por no registrar aplicaciones de Paraquat en ninguna campaña. La rotación P-A fue la que mostró considerablemente menor número de aplicaciones, resultando en un menor riesgo toxicológico.

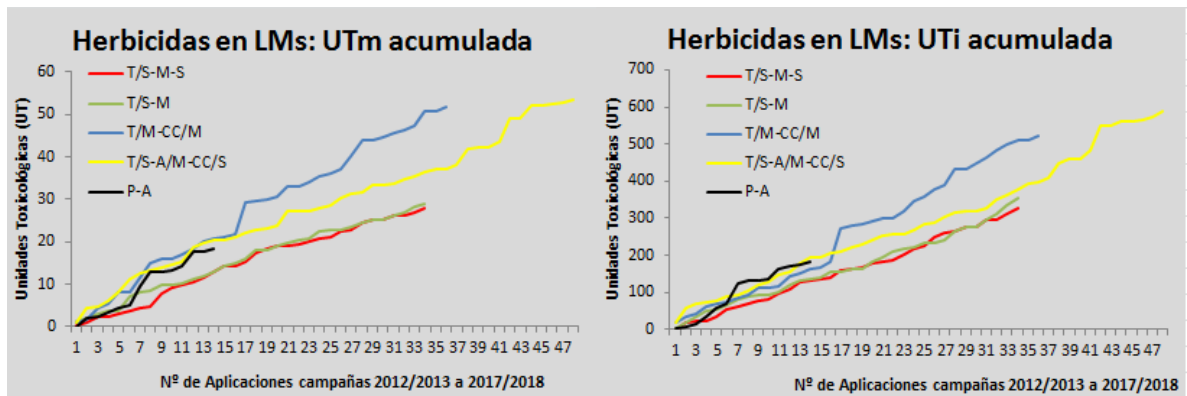


Figura 10. Unidades toxicológicas (UT) acumuladas de mamíferos (UTm, izquierda) e insectos (UTi, derecha) en función del número de aplicaciones (2012/13 a 2017/18) para las distintas rotaciones del establecimiento Las Matreras.

Como consideración general de los tres establecimientos, es importante destacar que la rotación T/S-A/M-CC/S, si bien tuvo un IIR relativamente alto (de 0,57 a 0,65), el hecho de que se incluya el cultivo de arveja dentro de la rotación, hace que sea necesaria la utilización de producto quemante (e.g. Paraquat) para poder llevar el producto a cosecha, y a su vez, la realización de un mayor número de aplicaciones dada la abundancia de malezas que resulta del lote una vez cosechado este cultivo.

Si tomamos en cuenta la relación entre la suma de UTi y UTm obtenidas en cada rotación, respecto a la intensificación de cada una de ellas (IIR), considerando todos los establecimientos, se puede observar una tendencia a disminuir el riesgo toxicológico a medida aumenta el IIR (Figura 11). Los ajustes de la regresión incluyendo los tres establecimientos fueron aceptables (0,32 para el riesgo en insectos y 0,27 para el riesgo en mamíferos). Sin embargo, si se consideraran los establecimientos por separado, los R² en La Matilde y en San Nicolás aumentan considerablemente (0,72 y 0,56 para insectos y mamíferos en La Matilde; 0,59 y 0,54 para insectos y mamíferos en San Nicolás). En el caso del establecimiento Las Matreras, en cambio, el ajuste fue inferior (0,16 para insectos y 0,12 para mamíferos).

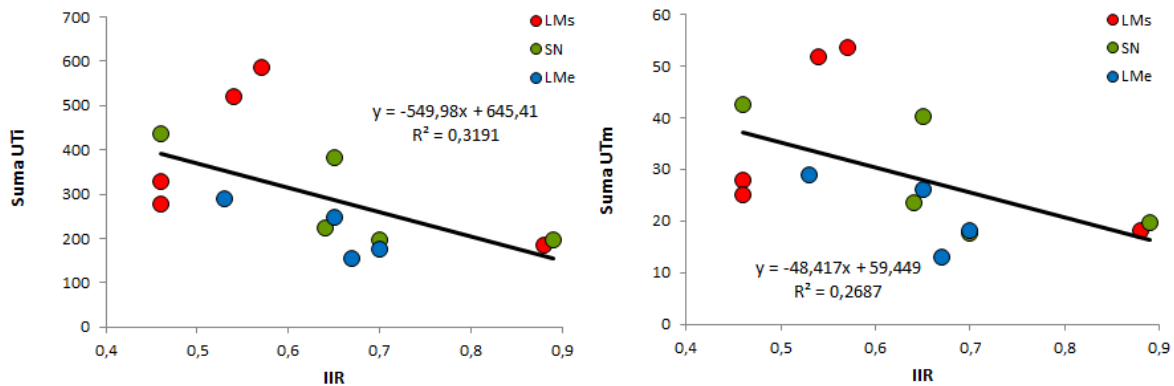


Figura 11. Relación entre la suma de unidades toxicológicas (UT) de mamíferos (UTm, izquierda) e insectos (UTi, derecha) y el índice de intensificación (IIR) de cada rotación en los tres establecimientos (LMs, LMe y SN).

Paralelamente, y considerando que el número de aplicaciones de herbicidas tiene un efecto directo en el riesgo toxicológico del manejo de la producción, se puede relacionar también esta variable con la intensificación de cada rotación (IIR). Como se observa en la figura 12, a mayor intensificación, menor es el número de aplicaciones realizadas (R² = 0,62).

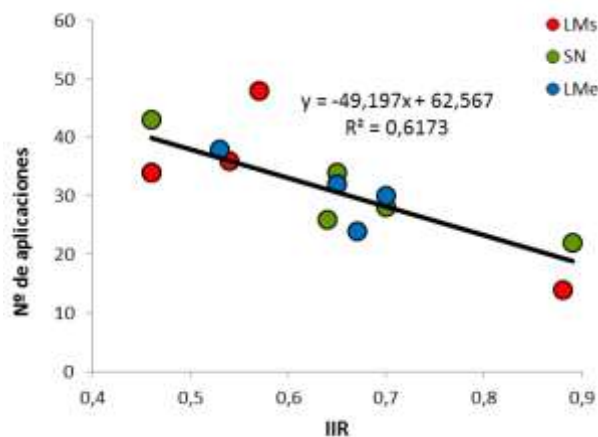


Figura 12. Relación entre el número de aplicaciones de herbicidas y el índice de intensificación (IIR) de cada rotación en los tres establecimientos (LMs, LMe y SN).

Este análisis general de la relación entre toxicidad y el número de aplicaciones con la intensificación, nos permite pensar que podemos utilizar a la intensificación de las rotaciones como una herramienta para reducir la toxicidad ambiental de la agricultura, haciendo un manejo más sustentable del sistema. Sin embargo, como se vio anteriormente en el análisis por establecimiento,

será importante combinar el aumento del IIR con el uso de herbicidas de baja toxicidad para reducir el número de aplicaciones y las UT simultáneamente.

CONSIDERACIONES FINALES

A. Efecto de la intensificación sobre la población de malezas (abundancia y frecuencia)

- ✓ EL CULTIVO O RASTROJO JUEGA ROL FUNDAMENTAL EN LA ABUNDANCIA DE MALEZAS
El efecto del cultivo y/o rastrojo presente al momento de muestreo fue más importante que las diferencias en intensidad de las rotaciones. Un cultivo mal logrado tiene más efecto sobre la abundancia que la rotación.
- ✓ EN OTOÑO HUBO MAS ABUNDANCIA Y NUMERO DE ESPECIES DE MALEZAS EN TODAS LAS ROTACIONES EVALUADAS
En las mediciones de otoño se registraron mayor abundancia y número de especies en la mayoría de las rotaciones evaluadas, independientemente de la intensidad.
- ✓ LA BIOMASA DE RASTROJO ACUMULADA GENERÓ CAMBIOS EN LA ABUNDANCIA DE CONYZA
La abundancia de Conyza se redujo en la medida que las rotaciones tuvieron más biomasa de rastrojo, generando una mayor dificultad para la germinación de esta maleza.

B. Efecto de la intensificación sobre la estructura y la riqueza de la comunidad de malezas

- ✓ DISTINTA COMPOSICIÓN DE ESPECIES SEGÚN ROTACIÓN
Las diferentes rotaciones actuaron como filtros de especies generando comunidades distintas asociadas a la presencia o ausencia de determinadas especies.
- ✓ UN GRUPO DE ESPECIES ESTUVO PRESENTE EN TODAS LAS ROTACIONES
En general, las especies más problemáticas como por ejemplo *Conyza bonariensis*, estuvieron presentes en todas las rotaciones.
- ✓ EN ALGUNAS ROTACIONES SE ENCONTRARON ADEMÁS DIFERENCIAS ASOCIADAS AL ESTABLECIMIENTO
Por ejemplo, con barbecho hubo comunidades asociadas al establecimiento.
- ✓ PREDOMINARON LAS DICOTILEDÓNEAS ANUALES Y LA CANTIDAD DE NATIVAS Y ADVENTICIAS FUE SIMILAR
La riqueza total fue de 31 especies en el relevamiento (Exp. 1) predominando las OIP y de 20 especies en el banco de semillas (Exp. 2) predominando las PEO.
- ✓ NO HUBO DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS ENTRE ROTACIONES EN RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES
Pero con pasturas hubo equitatividad de especies (alta riqueza y abundancia) y con vicia hubo dominancia de especies (baja riqueza y alta abundancia).
- ✓ ALGUNAS DE LAS VARIABLES DEL MANEJO ESTUVIERON ASOCIADAS A LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES
El IIR, el rastrojo y el % Gram explicaron una buena parte de la variabilidad encontrada entre comunidades en el relevamiento a campo, mientras que el % Gram y % de MO explicaron una pequeña proporción de la variabilidad encontrada en el análisis del banco de semillas en el invernáculo.

C. Efecto de la intensificación sobre el uso de agroquímicos

- ✓ LA INTENSIFICACIÓN REDUJO EL NÚMERO DE APLICACIONES Y LA TOXICIDAD TOTAL
El aumento en la intensificación de la rotación (>IIR) tendió a disminuir el riesgo ambiental generado por la aplicación de herbicidas; tanto por una reducción del número de aplicaciones como de la toxicidad total (UTi y UTm).
- ✓ HUBO DIFERENCIAS EN LA TOXICIDAD DE LOS HERBICIDAS UTILIZADOS
Los herbicidas que impactaron más negativamente sobre el riesgo ambiental obtenido en las rotaciones de todos los establecimientos fueron el Paraquat y el 2,4D. Las rotaciones con

arveja (T/S-A/M-CC/S), que en general usan el Paraquat para secarla, tuvieron en los tres establecimientos alta toxicidad.

- ✓ HUBO DIFERENCIAS ENTRE ESTABLECIMIENTOS EN EL EFECTO DE LA INTENSIFICACIÓN SOBRE EL USO DE AGROQUÍMICOS

El establecimiento Las Matreras mostró resultados más diversos y menos concluyentes que La Matilde y San Nicolás.

PREGUNTAS DEL PRODUCTOR

Antes de comenzar a realizar el presente trabajo, los productores miembros de la Chacra Pergamino tenían varias inquietudes en relación a estas temáticas. A continuación se presentan las preguntas y algunas posibles respuestas a partir de la información generada en el presente trabajo.

¿Cuál es el efecto de la intensificación sobre el tipo y frecuencia de malezas otoño-invernal y primavero-estival?

El efecto de la intensificación sobre las malezas se pudo evaluar a través de cambios en la estructuración de las comunidades de malezas evaluadas a campo. El IIR, la biomasa de rastrojo y el % de gramíneas fueron las variables asociadas a la intensificación que explicaron los cambios. En cuanto a la abundancia de malezas, por ejemplo *Conyza* redujo su abundancia a medida que aumentaba la biomasa de rastrojo. Estos resultados indican que estas variables son “filtros”, ya que son indicadores de cobertura y aprovechamiento de los recursos por parte de los cultivos, afectando el enmalezamiento.

Otro efecto indirecto de la intensificación sobre las malezas fue a través del uso diferencial de herbicidas entre rotaciones (tanto en cantidad como tipo de herbicidas). Esto determinó que no haya diferencias claras en la abundancia y número de especies entre rotaciones, pero implicó un costo ambiental importante en las rotaciones de menor intensidad, que sumaron más unidades toxicológicas y más número de aplicaciones de herbicidas que las rotaciones más intensivas.

En cuanto al efecto de la intensificación sobre las malezas otoñales o primaverales, si bien no hubo asociación entre la abundancia y el número de especies con el IIR, las malezas otoñales mostraron más diferencias entre rotaciones y más abundancia que las primaverales.

¿Se reduce la presión de malezas con la incorporación de CC de vicia?

Tanto en el análisis de abundancia y número de especies (A) como en el de estructura y riqueza (B) no hubo un beneficio claro de incorporar la vicia como cultivo de cobertura. Sin embargo, si fue claro el menor uso de herbicidas y la menor toxicidad general de las rotaciones con más historia de vicia (T/S-CC/M en SN y T/M-CC/M en LMe). En ambos casos esas rotaciones presentan bajos valores de ambas variables. De manera que con vicia como cultivo de cobertura, se pudo mantener un nivel de enmalezamiento similar a otras rotaciones con 100% cultivos de cosecha, pero con menor uso de herbicidas y, por lo tanto, menor impacto ambiental.

¿Cuál es el nivel de toxicidad de pesticidas de las distintas rotaciones en cada establecimiento?

La rotación de menor intensidad (T/S-M-S) tuvo mayor toxicidad por uso de herbicidas que el resto de las rotaciones intensivas en dos establecimientos (LMe y SN). En todos los establecimientos tuvo alta toxicidad la rotación con arveja (T/S-A/M-CC/S), tanto por mayor número de aplicaciones como por uso de herbicidas de mayor toxicidad (especialmente Paraquat).

Las rotaciones con alto porcentaje de gramíneas (T/M-CC/M), con pastura (P-A) y las otras de alta intensidad (T/S-CC/M en SN, T/S-M en LMs y T/S-C/M en LMe) tuvieron menor toxicidad y número de aplicaciones de herbicidas.

En cuanto a LMs, este establecimiento alcanzó mayor nivel de toxicidad total, respecto a LMe y SN, lo que se explica por el mayor número de aplicaciones, seguramente asociado a la problemática de enmalezamiento general de este campo.

¿Se puede reducir el nivel de toxicidad de las rotaciones a través de la intensificación?

Según los resultados del presente trabajo es posible reducir la toxicidad de las rotaciones a través de la intensificación. La presencia de cultivo vivo durante más tiempo en la rotación intensiva (y menos períodos en barbecho), implica una competencia natural con las malezas, reduciendo la cantidad de herbicidas a aplicar. Sin embargo, es fundamental combinar la intensificación con el uso de herbicidas de menor toxicidad (banda verde). Porque de lo contrario, se pueden dar situaciones donde a pesar de tener rotaciones de alta intensidad, se genera más toxicidad en el ambiente (por ejemplo, con la rotación T/S-A/M-CC/S).

AGRADECIMIENTOS

A los grupos que trabajaron en el presente informe y generando los resultados que se presentan en el mismo: Elba de La Fuente y equipo (FAUBA), Martín Marzetti y equipo (REM-AAPRESID) y Santiago Barberis y equipo (Lares SRL). No solamente por el trabajo realizado sino por la excelente interacción que se dio para integrar los resultados en el presente informe.

A los miembros de la Chacra Pergamino que desde el año 2011 están financiando este proyecto y apostando a generar información de calidad a campo. A los establecimientos San Nicolás, La Matilde y Las Matreras que aportaron el trabajo de llevar adelante los ensayos.

Al equipo de Sistema Chacras de AAPRESID que aportó en el armado y corrección del informe.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade F (2017). Los desafíos de la agricultura argentina. Ediciones INTA 2017, pp. 55-56.
- Aapresid (2019). Rotaciones de cultivos y pasturas. Artículo ABC REM. Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/rem/rotaciones-de-cultivos-y-pasturas/>
- Belyea LR y Lancaster J (1999) Assembly rules within a contingent ecology. *Oikos* 86: 402–416.
- Cardinale BJ, Duffy JE, Gonzalez A, Hooper DU, Perrings C, Venail P, Narwani A, Mace GM, Tilman D, Wardle DA, Kinzing AP, Daily GC, Loreau M, Grace JB, Larigauderie A, Srivastava DS, Naeem S (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486: 59-67.
- Caviglia O y Andrade F (2010) Sustainable intensification of agriculture in the Argentinean Pampas: capture and use efficiency of environmental resources. *The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology* 3:1-8.
- Ferraro DO, Ghera CM y Sznaider GA (2003) RIPEST: Sistema de Evaluación de Riesgo Ecotoxicológico del Uso de Pesticidas en Cultivos, Facultad de Agronomía de Universidad de Buenos Aires, Argentina, disponible en: <http://malezas.agro.uba.ar/ripest/>
- Garibaldi L, Perez Mendez N, Garrat M, Gemmill Herren B, Miguez F, Dicks LV (2019) Policies for ecological intensification of crop production. *Trends in Ecology and Evolution* 34(4): 282-286.
- Geiger F, Bengtsson I, Berendse F, Weisser WW, Emmerson M, Morales MB, Ceryngier P, Liira J, Tscharrntke T, Winqvist C, Eggers S, Bommarco R, Part T, Bretagnolle V, Plantegenest M, Clement LW, Dennis C, Palmer C, Onatef JJ, Guerrero I, Hawro C, Aavik T, Thies C, Flohre A, Hanke S, Fisher C, Goedhart PW, Inchausti P. (2010) Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic Applied Ecology* 11:97–105.
- Keddy PA (1992) Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *J Veg Sci* 3: 157-164.
- Liebman M y Ohno T (1998) Crop rotation and legume residue effects on weed emergence and growth: applications for weed management. En *Integrated Soil and Weed Management*, Hatfield JL, Buhler DD, Stewart BA (eds), Chelsea, MI: Ann Arbor Press, pp. 181-221.
- Liebman M y Mohler CL (2001) Ecological Management of Agricultural Weeds 210-269.
- Peruzzo PJ, Porta AA, Ronco AE (2008). Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution* 156: 61-66.
- Smith RG, Atwood LW, Pollnac FW, Warren ND (2015) Cover-crop species as distinct biotic filters in weed community assembly. *Weed Science* 63:282-295.
- Stoate C, Baldi A, Beja P, Boatman ND, Herzon I, van Doorn A, de Snoo GR, Rakosy L, Ramwell C (2009). Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe a review. *Journal of Environmental Management* 91: 22–46.
- Vasileiadis VP, Otto S, van Dijk W, Urekc G, Leskovšek R, Verschweled A, Furlane L, Sattin M (2015). On-farm evaluation of integrated weed management tools for maize production in three different agro-environments in Europe: Agronomic efficacy, herbicide use reduction, and economic sustainability. *European Journal of Agronomy* 63: 71-78.
- Viglizzo EF, Frank FC, Carreño LV, Jobbágy EG, Pereyra H, Clatt J, Ricard MF (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology* 17: 959-973.

ANEXO 1

En la Tabla A1 se describen todos los cultivos realizados desde el inicio del ensayo (2012/13) hasta la campaña 2017-18 en todas las rotaciones en los tres establecimientos.

Tabla A1. Cultivos realizados por campaña en cada rotación y establecimiento de la Chacra Pergamino (campañas 2012/13 a 2017/18).

Est.	Rotación	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
LMS	1- Pastura-Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura	Trigo/Soja	Arveja/Maíz
LMS	2- Tr/Sj-Mz-Sj	Soja	Trigo/Soja	Maíz	Soja	Trigo/Soja	Maíz
LMS	3- Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	Arveja/Soja	Trigo/Maíz	Arveja/Soja	Soja	Trigo/Soja	Arveja/Maíz
LMS	4- Mz-Tr/Sj	Maíz	Trigo/Soja	Maíz	Soja	Trigo/Soja	Maíz
LMS	5- Tr/Mz-Vic/Mz	Trigo/Maíz	Sorgo	Trigo/Maíz	Sorgo	Vicia/Maíz	Trigo/Maíz
SN	1- Tr/Sj-Vic/Mz	Vicia/Maíz	Trigo/Soja	Vicia/Maíz	Trigo/Soja	Vicia/Maíz	Trigo/Soja
SN	2- Tr/Sj-Mz-Sj	Maíz	Soja	Trigo/Soja	Maíz	Soja	Trigo/Soja
SN	3- Tr/Sj-Ar/Mz	Trigo/Soja	Arveja/Maíz	Trigo/Soja	Arveja/Maíz	Trigo/Soja	Arveja/Maíz
SN	4- Tr/Mz-Vic/Mz	Trigo/Maíz	Cebada/Sorgo	Trigo/Maíz	Cebada/Sorgo	Vicia/Maíz	Trigo/Maíz
SN	5- Pastura-Tr/Sj-Ar/Mz	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura	Trigo/Soja	Arveja/Maíz
LMe	1- Tr/Sj-Mz-Sj	Sorgo	Arveja/Maíz	Sorgo	Arveja/Maíz	Soja	Trigo/Soja
LMe	2- Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	Trigo/Soja	Arveja/Maíz	Trigo/Soja	Arveja/Maíz	Soja	Trigo/Soja
LMe	3- Tr/Mz-Vic/Mz	Vicia/Maíz	Trigo/Sorgo	Vicia/Maíz	Trigo/Sorgo	Vicia/Maíz	Trigo/Maíz
LMe	4- Tr/Sj-Cb/Mz	Cebada/Maíz	Trigo/Soja	Cebada/Maíz	Trigo/Soja	Cebada/Maíz	Trigo/Soja
LMe	5- Pastura-Tr/Sj-Cb/Mz	Pastura	Pastura	Pastura	Pastura	Cebada/Maíz	Trigo/Soja

A continuación, se muestra el manejo agronómico de cada cultivo en cada establecimiento de la Chacra Pergamino durante las campañas 2012-13 (Tablas A2 y A3), 2013-14 (Tablas A4 y A5), 2014-15 (Tablas A6 y A7), 2015-16 (Tablas A8 y A9), 2016-17 (Tablas A10 y A11) y 2017-18 (Tablas A12 y A13). En la Tabla A14 se muestra el manejo agronómico de las pasturas de cada establecimiento.

Tabla A2. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de invierno 2012-13 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha-l/ha)	Momento
LMS	Arveja	3- Ar/Sj-Tr/Mz	31-Jul-12	Vipper	SPS	70 kg/ha	Siembra
	Trigo	5- Sg-Tr/Mz	23-Jul-12	Chajá	MAP y Urea	100 y 200 kg/ha	Siembra y 15-Sep
SN	Vicia	1- Tr/Sj-Cob/Mz	26-Abr-12	Guasch	MAP	80 kg/ha	Siembra
	Trigo	3- Ar/Mz-Tr/Sj y 4- Cb/Sg-Tr/Mz	19-Jul-12	Cronox	MAP y Urea	128 y 240 kg/ha	Siembra
LMe	Trigo	2- Ar/Mz-Tr/Sj	28-Jun-12	Cronox	Mezcla Urea	140 kg/ha 150 y 150 kg/ha	Siembra 25-Jul y 13-Sep
	Vicia	3- Tr/Sg-Cob/Mz	23-Abr-12	Guasch	PDA	120 kg/ha	Siembra
	Cebada	4- Tr/Sj-Cb/Mz	20-Jun-12	Scarlett	Mezcla y Urea	140 y 150 kg/ha	Siembra y 25-Jul

Tabla A3. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de verano 2012-13 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha-l/ha)	Momento
LMs	Soja 1º	2- Tr/Sj-Mz-Sj	18-Nov-12	DM 3700	SPS	70 kg/ha	Siembra
	Soja 2º	3- Ar/Sj-Tr/Mz	13-Dic-12	DM 4670	-	-	-
	Maíz 1º	4- Mz-Tr/Sj	27-Sep-12	31Y05	MAP y Urea	110 y 170 kg/ha	Siembra
	Maíz 2º	5- Sg-Tr/Mz	24-Dic-12	31Y05	MAP y Urea	110 y 200 kg/ha	Siembra
SN	Maíz	1- Tr/Sj-Cob/Mz y 2- Tr/Sj-Mz-Sj	21-Dic-12	DK 747	MAP y Urea	100 y 202 kg/ha	Siembra y 19/1
	Soja 2º	3- Ar/Mz-Tr/Sj	26-Dic-12	SPS 5x9	-	-	-
	Maíz 2º	4- Cb/Sg-Tr/Mz	26-Dic-12	DK 700	MAP y Urea	100 y 292 kg/ha	Siembra y 20/1
LMe	Sorgo 1º	1- Ar/Mz-Sg	13-Dic-12	Ad 422	PDA y Urea	150 y 150 kg/ha	Siembra
	Soja 2º	2- Ar/Mz-Tr/Sj	18-Dic-12	DM 3810	-	-	-
	Maíz 2º	3- Tr/Sg-Cob/Mz	20-Dic-12	NK 860	PDA y Urea	150 y 150 kg/ha	Siembra y 10/1
	Maíz 2º	4- Tr/Sj-Cb/Mz	20-Dic-12	NK 860	PDA y Urea	150 y 250 kg/ha	Siembra y 10/1

Tabla A4. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de invierno 2013-14 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha-l/ha)	Momento
LMs	Trigo	2- Tr/Sj-Mz-Sj	12-jun-13	Baguette 11	SPS	100 kg/ha	Siembra
		3- Ar/Sj-Tr/Mz y			MAP	100 kg/ha	Siembra incorp.
		4- Mz-Tr/Sj			Urea	145 kg/ha	Siembra voleo
SN	Trigo	1- Tr/Sj-Cob/Mz	25-jul-13	Arex	MAP y Urea	102 y 227 kg/ha	Siembra
	Arveja	3- Ar/Mz-Tr/Sj y	1-jul-13	Facon	MAP	100 kg/ha	Siembra
	Cebada	4- Cb/Sg-Tr/Mz	30-jul-13	Scarlett	MAP y Urea	98 y 223 kg/ha	Siembra
LMe	Arveja	1- Ar/Mz-Sg y 2- Ar/Mz-Tr/Sj	27-jun-13	Viper	Sausor	200 kg/ha	Siembra
		Trigo	3- Tr/Sg-Cob/Mz y 4- Tr/Sj-Cb/Mz	23-jun-13	Cronox	DAP y Urea	140 y 170 kg/ha

Tabla A5. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de verano 2013-14 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha-l/ha)	Momento
LMs	Soja 2º	2- Tr/Sj-Mz-Sj	3-Dic-13	DM4212	SPS	70 kg/ha	Siembra
	Maíz 2º	3- Ar/Sj-Tr/Mz	15-Dic-13	P31Y05RH	MAP y Urea	110 y 150 kg/ha	Siembra y V6
	Soja 2º	4- Mz-Tr/Sj	3-Dic-13	DM4212	SPS	70 kg/ha	Siembra
	Sorgo 1º	5- Sg-Tr/Mz	28-Oct-13	P84G62	MAP y Urea	110 y 200 kg/ha	Siembra
SN	Soja 2º	1- Tr/Sj-Cob/Mz	4-Dic-13	P 94 M 40	-	-	-
	Soja 1º	2- Tr/Sj-Mz-Sj	14-Nov-13	NA 5009	MAP	92 kg/ha	Siembra
	Maíz 2º	3- Ar/Mz-Tr/Sj	11-Dic-13	DK 7210	MAP y Urea	47 y 135 kg/ha	Siembra y V4
	Sorgo 2º	4- Cb/Sg-Tr/Mz	17-Dic-13	Adv314	MAP y Urea	48 y 230 kg/ha	Siembra y V3
LMe	Maíz 2º	1- Ar/Mz-Sg y 2- Ar/Mz-Tr/Sj	30-Dic-13	DK 7210	DAP y Urea	150 y 250 kg/ha	Siembra y V4
		Sorgo 2º	3- Tr/Sg-Cob/Mz	4-Dic-13	M102	DAP y Urea	150 y 250 kg/ha
	Soja 2º	4- Tr/Sj-Cb/Mz	10-Dic-13	DM 3810	DAP	70 kg/ha	Siembra

Tabla A6. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de invierno 2014-15 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha)	Momento
LMs	Arveja	3- Ar/Sj-Tr/Mz	8-Ago-14	Viper	SPS	90	Siembra
	Trigo	5- Sg-Tr/Mz	1-Jul-14	Buck 300	MAP y Urea	100 y 260	Siembra (Inc)
SN	Vicia	1- Tr/sj-Cob/Mz	1-May-14	Vicia villosa	PMA	52	Siembra
	Trigo	2- Tr/Sj-Mz-Sj	13-Jun-14	B601	PMA y Urea	113 y 216	Siembra (Inc)
	Trigo	3- Ar/Mz-Tr/Sj y	4-Jul-14	Cronox	PDA y Urea	106 y 263	Siembra (Inc)
	Trigo	4- Cb/Sg-Tr/Mz	4-Jul-14	Cronox	PDA y Urea	109 y 261	Siembra (Inc)
LMe	Trigo	2- Ar/Mz-Tr/Sj	1-Jul-14	Cronox	Mezcla y UAN	120 y 300	Siembra (Inc) y Macollaje
	Vicia	3- Tr/Sg-Cob/Mz	5-Jul-14	Vicia villosa	Mezcla	120	Siembra (Inc)
	Cebada	4- Tr/Sj-Cb/Mz	18-Jun-14	Scarlett	Mezcla y UAN	130 y 225	Siembra (Inc) y Macollaje

Tabla A7. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de verano 2014-15 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha-l/ha)	Momento
LMs	Maíz 1°	2- Tr/Sj-Mz-Sj	4-Oct-14	DK7210	MAP y Urea	120 y 180 kg/ha	Siembra incorporados
	Soja 2°	3- Ar/Sj-Tr/Mz	18-Dic-14	DM3700	SPS	160 kg/ha	Siembra incorporado
	Maíz 1°	4- Tr/Sj-Mz	4-Oct-14	DK7210	MAP y Urea	120 y 180 kg/ha	Siembra incorporados
	Maíz 2°	5- Sg-Tr/Mz	20-Dic-14	DK692	MAP y Urea	120 y 260 kg/ha	Siembra incorporados
SN	Maíz 2°	1- Tr/sj-Cob/Mz	18-Dic-14	DK7210	MAP y UAN	95 kg/ha y 220 l/ha	Siembra-V8
	Soja 2°	2- Tr/Sj-Mz-Sj	27-Nov-14	DM4670	-		
	Soja 2°	3- Ar/Mz-Tr/Sj	28-Nov-14	DM4670	-		
	Maíz 2°	4- Cb/Sg-Tr/Mz	18-Dic-14	DK7210	MAP y UAN	95 kg/ha y 365 l/ha	Siembra-V8
LMe	Sorgo 1°	1- Ar/Mz-Sg	27-Nov-14	Ad1200	Mezcla y Nitrodoble	170 y 400 kg/ha	Pre-siembra incorporados
	Soja 2°	2- Ar/Mz-Tr/Sj	6-Dic-14	DM3810	Sausor	80 kg/ha	Siembra
	Maíz 2°	3- Tr/Sg-Cob/Mz	12-Dic-14	DK7210	Mezcla y Urea	170 y 280 kg/ha	Siembra y V4 incorporados
	Maíz 2°	4- Tr/Sj-Cb/Mz	27-Nov-14	DK7210	Mezcla y Urea	140 y 280 kg/ha	Siembra y V6 incorporados

Tabla A8. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de invierno 2015-16 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha)	Momento
SN	Trigo	1- Tr/Sj-Cob/Mz	17-Jul-15	ACA906	MAP y Urea	88 y 217	Siembra incorporada
	Arveja	3- Ar/Mz-Tr/Sj	13-Jul-15	Blue Star	MAP	100	Siembra incorporada
	Cebada	4- Cb/Sg-Tr/Mz	16-Jul-15	Scarlet	MAP y Urea	63 y 229	Siembra incorporada
LMe	Arveja	1- Ar/Mz-Sg	26-jun-15	Viper	Mezcla	160	Siembra incorporada
	Arveja	2- Ar/Mz-Tr/Sj	26-jun-15	Viper	Mezcla	160	Siembra incorporada
	Trigo	3- Tr/Sg-Cob/Mz	10-Jul-16	Cronox	Mezcla y Urea	160 y 200	Siembra y macollaje
	Trigo	4- Tr/Sj-Cb/Mz	10-Jul-16	Cronox	Mezcla y Urea	160 y 220	Siembra y macollaje

Tabla A9. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de verano 2015-16 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha-l/ha)	Momento
LMs	Soja 1°	2- Tr/Sj-Mz-Sj	28-Oct-15	DM4314-ST5	SPS	70	Siembra
	Soja 1°	3- Ar/Sj-Tr/Mz	28-Oct-15	DM4314-ST5	SPS	70	Siembra
	Soja 1°	4- Tr/Sj-Mz	28-Oct-15	DM4314-ST5	SPS	70	Siembra
	Sorgo 1°	5- Sg-Tr/Mz	16-Nov-15	Adv1200	MAP y Urea	120 y 220	Siembra incorporados
SN	Soja 2°	1- Tr/Sj-Cob/Mz	13-Dic-15	NA5009	-	-	-
	Maíz 1°	2- Tr/Sj-Mz-Sj	18-Dic-15	Dk7210	MAP y Urea	80 y 234	Siembra y V6
	Maíz 2°	3- Ar/Mz-Tr/Sj	18-Dic-15	Dk7210	MAP y Urea	80 y 180	Siembra y V6
	Sorgo 2°	4- Cb/Sg-Tr/Mz	14-Dic-15	Adv314	MAP y Urea	91 y 234	Siembra y V6
LMe	Maíz 2°	1- Ar/Mz-Sg	10-Dic-15	Dk7210	MAP y Urea	150 y 230	Siembra y V3
	Maíz 2°	2- Ar/Mz-Tr/Sj	10-Dic-15	Dk7210	MAP y Urea	150 y 230	Siembra y V3
	Sorgo 2°	3- Tr/Sg-Cob/Mz	29-Dic-15	Adv1200	MAP y Nitrodoble	150 y 300	Siembra y V6
	Soja 2°	4- Tr/Sj-Cb/Mz	29-Dic-15	LD 4.7	SPT	150	Siembra

Tabla A10. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de invierno 2016-17 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha)	Momento
LMs	Trigo	1- Pastura-Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	28-Jun-16	Chaja	MAP y Urea	182 y 230	Siembra y Macollaje
	Trigo	2- Tr/Sj-Mz-Sj	28-Jun-16	Chaja	MAP y Urea	82 y 190	Siembra y Macollaje
	Trigo	3- Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	28-Jun-16	Chaja	MAP y Urea	82 y 190	Siembra y Macollaje
	Trigo	4- Tr/Sj-Mz	28-Jun-16	Chaja	MAP y Urea	82 y 190	Siembra y Macollaje
	Vicia	5- Tr/Sg-Vic/Mz	18-Ago-16	<i>V. villosa</i>	MAP	50	Siembra
SN	Vicia	1- Tr/Sj-Cob/Mz	24-May-16	<i>V. villosa</i>	MAP	52	Siembra
	Trigo	3- Ar/Mz-Tr/Sj	22-Jul-16	ACA 906	MAP y Urea	98 y 234	Siembra
	Vicia	4- Cb/Sg-Tr/Mz	8-Ago-16	<i>V. villosa</i>	-	-	- (siembra aerea)
	Trigo	5- Pastura-Ar/Mz-Tr/Sj	18-Jul-16	ACA 906	MAP y Urea	52 y 245	Siembra
LMe	Vicia	3- Tr/Sg-Cob/Mz	31-Ago-11	<i>V. villosa</i>	SPT	130	Siembra
	Cebada	4- Tr/Sj-Cb/Mz	18-Jul-16	Scarlet	MAP y Urea	150 y 220	Siembra y Macollaje
	Cebada	5- Pastura-Tr/Sj-Cb/Mz	18-Jul-16	Scarlet	MAP y Urea	150 y 290	Siembra y Macollaje

Tabla A11. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de verano 2016-17 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha-l/ha)	Momento
LMs	Soja 2°	1- Pastura-Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	12-Dic-16	A4913	-	-	-
	Soja 2°	2- Tr/Sj-Mz-Sj	12-Dic-16	A4913	-	-	-
	Soja 2°	3- Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	12-Dic-16	A4913	-	-	-
	Soja 2°	4- Tr/Sj-Mz	12-Dic-16	A4913	-	-	-
	Maíz 2°	5- Tr/Sg-Vic/Mz	13-Dic-16	LT719VT3P	MAP y Urea	100 y 183	Siembra
SN	Maíz 2°	1- Tr/Sj-Cob/Mz	5-Ene-17	Dk692	MAP	83	Siembra
	Soja 1°	2- Tr/Sj-Mz-Sj	11-Nov-16	LDC 4.7	MAP	110	Siembra
	Soja 2°	3- Ar/Mz-Tr/Sj	5-Dic-16	DM4210	-	-	-
	Maíz 2°	4- Cb/Sg-Tr/Mz	5-Ene-17	Dk7310	MAP y Urea	83 y 232	Siembra y V4
	Soja 2°	5- Pastura-Ar/Mz-Tr/Sj	5-Dic-16	DM4210	-	-	-
LMe	Soja 1°	1- Tr/Sj-Mz-Sj	5-Nov-16	DM3815	Sausor	140	Siembra
	Soja 1°	2- Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	5-Nov-16	DM3815	Sausor	140	Siembra
	Maíz 2°	3- Tr/Sg-Cob/Mz	21-Dic-16	Dk7210	MAP y Solmix	150 y 390	Siembra y V3
	Maíz 2°	4- Tr/Sj-Cb/Mz	11-Dic-16	Dk7210	MAP y Solmix	150 y 460	Siembra y V4
	Maíz 2°	5- Pastura-Tr/Sj-Cb/Mz	11-Dic-16	Dk7210	MAP y Solmix	150 y 460	Siembra y V4

Tabla A12. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de invierno 2017-18 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha)	Momento
LMs	Arveja	1- Pastura-Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	30-Jul-17	Viper	MAP	80	Siembra
	Arveja	3- Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	30-Jul-17	Viper	MAP	80	Siembra
	Trigo	5- Tr/Sg-Vic/Mz	3-Jul-17	Fuste	MAP y Urea	50 y 230	Siembra
SN	Trigo	1- Tr/Sj-Cob/Mz	20-Jul-17	Cambium	MAP y Urea	112 y 206	Siembra
	Trigo	2- Tr/Sj-Mz-Sj	2-Jun-17	Algarrobo	MAP y Urea	105 y 235	Siembra
	Arveja	3- Ar/Mz-Tr/Sj	21-Jun-17	Blue Start	MAP	94	Siembra
	Trigo	4- Cb/Sg-Tr/Mz	20-Jul-17	Cambium	MAP y Urea	95 y 253	Siembra
	Arveja	5- Pastura-Ar/Mz-Tr/Sj	21-Jun-17	Blue Start	MAP	95	Siembra
LMe	Trigo	1- Tr/Sj-Mz-Sj	6-Jun-17	Algarrobo		140, 170 y 200	Siembra y Macollaje
	Trigo	2- Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	6-Jun-17	Algarrobo		140, 190 y 200	Siembra y Macollaje
	Trigo	3- Tr/Sg-Cob/Mz	6-Jun-17	Algarrobo	MAP, Urea y Nitrodoble	140, 120 y 200	Siembra y Macollaje
	Trigo	4- Tr/Sj-Cb/Mz	6-Jun-17	Algarrobo		140, 230 y 200	Siembra y Macollaje
	Trigo	5- Pastura-Tr/Sj-Cb/Mz	6-Jun-17	Algarrobo		140, 140 y 200	Siembra y Macollaje

Tabla A13. Fecha de siembra, genotipos y fertilización realizada en cada rotación durante la Campaña de verano 2017-18 en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Cultivo	Rotación	Fecha Sbra.	Genotipo	Fertilizante	Dosis (kg/ha-l/ha)	Momento
LMs	Maíz 2°	1- Pastura-Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	23-Dic-17	Dk7210	MAP y Urea	100 y 180	Siembra
	Maíz 1°	2- Tr/Sj-Mz-Sj	10-Oct-17	Dk7210	MAP y Urea	110 y 170	Siembra
	Maíz 2°	3- Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	23-Dic-17	Dk7210	MAP y Urea	100 y 180	Siembra
	Maíz 1°	4- Tr/Sj-Mz	10-Oct-17	Dk7210	MAP y Urea	130 y 200	Siembra
	Maíz 2°	5- Tr/Sg-Vic/Mz	28-Dic-17	Next22.6	MAP y Urea	110 y 300	Siembra
SN	Soja 2°	1- Tr/Sj-Cob/Mz	8-Dic.17	LDC 4.7	MAP	85	Siembra
	Soja 2°	2- Tr/Sj-Mz-Sj	8-Dic.17	LDC 4.7	MAP	85	Siembra
	Maíz 2°	3- Ar/Mz-Tr/Sj	10-Dic-17	Dk7210	MAP y Urea	90 y 158	Siembra y V6
	Maíz 2°	4- Cb/Sg-Tr/Mz	16-Dic-17	Dow507	MAP y Urea	92 y 340	Siembra y V6
	Maíz 2°	5- Pastura-Ar/Mz-Tr/Sj	10-Dic-17	Dk7210	MAP y Urea	94 y 158	Siembra y V6
LMe	Soja 2°	1- Tr/Sj-Mz-Sj	15-Dic-17	DM3815	Sausor	100	Siembra
	Soja 2°	2- Tr/Sj-Ar/Mz-Sj	15-Dic-17	DM3815	Sausor	100	Siembra
	Maíz 2°	3- Tr/Sg-Cob/Mz	21-Dic-17	Next22.6	MAP y Urea	120 y 300	Siembra y V6
	Soja 2°	4- Tr/Sj-Cb/Mz	15-Dic-17	DM3815	Sausor	100	Siembra
	Soja 2°	5- Pastura-Tr/Sj-Cb/Mz	15-Dic-17	DM3815	Sausor	100	Siembra

Tabla A14. Fecha de siembra y fertilización de las diferentes pasturas en cada establecimiento de la Chacra Pergamino.

E.A.	Rotación	Fecha Sbra.	Fertilizante	Dosis N-P-S (kg/ha)	Fecha Fertilización
LMs	1- Pastura	1-Ago-12	SPS	0-6-8	Ago-12
			Urea, MAP y SPS	72-30-12	Jul-13
			SPS	0-18-24	Ago-14
			SPS	0-11-14	Sep-15
SN	5- Pastura	17-Mar-12	Urea, MAP y yeso	79-18-27	Mar-12
			Mezcla	46-20-0	Jul-13
			PDA y yeso	25-28-29	Ago-14
			MAP	10-21-0	Jul-15
LMe	5- Pastura	17-Mar-12	Mezcla	0-26-5	Mar-12
			Urea	55-0-0	May-12
			Mezcla	11-21-4	Jul-13
			Mezcla	8-21-6	Ago-14
			Mezcla	0-20-8	Ago-15