

Abundancia de malezas en secuencias de cultivos con diferente uso de insumos e intensificación de cultivos en el centro oeste bonaerense

Perez, G.¹; Estelrich, C.²; Pereyro, A.³

¹Agencia de Extensión Rural INTA Bolívar, ²Chacra Experimental Bellocq, Ministerio de Desarrollo Agrario, ³Agencia de Extensión Rural INTA Pehuajó.
perez.gonzalo@inta.gob.ar,

Citar como: Perez et al. (2021) Abundancia de malezas en secuencias de cultivos con diferente uso de insumos e intensificación de cultivos en el centro oeste bonaerense. Malezas 6, 64-71

RESUMEN

En los sistemas agrícolas, los cambios en el uso del suelo alteran la abundancia de malezas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la abundancia de malezas en secuencias de cultivos con diferente grado de intensificación en el uso del suelo y con uso o no de fitosanitarios. En 2017 se instaló un experimento en la Chacra Experimental Bellocq (35°55'49"S, 61°29'17"O) con los tratamientos: i) rotación con barbechos químicos (RBQ): maíz-soja1^a-trigo/soja2^a; ii) rotación con cultivos de cobertura (RCC): vicia/maíz-centeno/soja1^a- trigo/soja2^a y iii) rotación con cultivos de cobertura sin fitosanitarios (RCCSF): vicia/maíz-centeno/soja1^a-trigo/soja2^a. Se evaluó el número de malezas acompañantes (NMA, individuos m⁻²), la biomasa aérea de malezas (MSA, g m⁻²) y biomasa total de cultivos. NMA en PV 2018 y 2019 RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio de 15 individuos m⁻², y 203 individuos m⁻², respectivamente. En OI 2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio de 9 individuos m⁻², y 71 individuos m⁻², respectivamente. En PV 2018 y 2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de MSA que RCCSF, siendo en promedio de 23 g m⁻² y 74 g m⁻², respectivamente. La MSA OI en 2020 RCC y RCCSF no se diferenciaron estadísticamente, con un valor medio de 107 g m⁻², tampoco hubo diferencias estadísticas entre RCCSF y RBQ, con un valor medio

de 129 g m⁻². La inclusión de CC permite disminuir el uso de herbicidas residuales desde el comienzo mejorando los índices de impacto ambiental por su colaboración en el control de malezas. Cuando no se utiliza ningún fitosanitario desde el inicio del planteo agrícola, la implantación de CC no es suficiente para controlar las malezas.

Palabras clave: sistemas agrícolas, malezas, rotación, barbechos químicos, cultivos de cobertura.

SUMMARY

In agricultural systems, changes in land use alter the abundance of weeds. The objective of this work was to evaluate the abundance of weeds in crop sequences with different degrees of intensification in land use and with or without the use of phytosanitary products. In 2017 an experiment was installed in the Bellocq Experimental Farm (35°55'49"S, 61°29'17"W) with the treatments: i) chemical fallow (RBQ): corn-soybean1st-wheat/soybean2nd; (ii) rotation with cover crops (CCR): vetch/maize-rye/soybean1st- wheat/soybean2nd and (iii) rotation with non-phytosanitary cover crops (RCCSF): vetch/maize-rye/soybean1st-wheat/soybean2nd. The number of accompanying weeds (NMA, individuals m⁻²), the aerial biomass of weeds (MSA, g m⁻²) and total biomass of crops were evaluated. NMA in PV 2018 and 2019 RBQ and RCC had lower NMA values than RCCSF,



being on average 15 individuals m^{-2} , and 203 individuals m^{-2} , respectively. In OI 2019, RBQ and RCC had lower NMA values than RCCSF, being on average 9 individuals m^{-2} , and 71 individuals m^{-2} , respectively. In PV 2018 and 2019, RBQ and RCC had lower MSA values than RCCSF, being on average 23 $g\ m^{-2}$ and 74 $g\ m^{-2}$, respectively. The MSA OI in 2020 RCC and RCCSF were not statistically differentiated, with a mean value of 107 $g\ m^{-2}$, nor were there statistical differences between RCCSF and RBQ, with a mean value of 129 $g\ m^{-2}$. The inclusion of CC makes it possible to reduce the use of residual herbicides from the outset by improving environmental impact indices for their collaboration in weed control. When no phytosanitary is used from the beginning of the agricultural plan, the implantation of CC is not enough to control weeds.

Keywords: agricultural systems, weeds, rotation, chemical fallow, cover crops.

INTRODUCCIÓN

El aumento en la demanda de los alimentos a nivel mundial plantea un desafío para los sistemas agrícolas de los próximos años. Los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas tales como la producción de alimentos, fibras y combustibles, mitigación de gases con efecto invernadero, control de plagas y enfermedades o la descontaminación ambiental, son llamados servicios ecosistémicos (Álvarez *et al.*, 2018). Estos serán cruciales si queremos satisfacer las demandas de mejorar los rendimientos sin comprometer la integridad ambiental o la salud pública (Tilman *et al.*, 2002).

En los sistemas agrícolas, cambios en el uso del suelo, incluyendo modificaciones en el cultivo, las secuencias y las prácticas de cultivo, alteran las comunidades de malezas (Poggio *et al.*, 2004). La intensificación en el uso del suelo por la adopción de dobles cultivos puede aumentar la productividad debido a una mayor captura de recursos en comparación con un solo cultivo anual (Caviglia *et al.*, 2004), aumentando la competencia por dichos recursos y reduciendo la frecuencia de las malezas más comunes

(Andrade *et al.*, 2017).

Los cultivos de cobertura (CC) son coberturas vegetales vivas que cubren el suelo y pueden ser temporales o permanentes y generalmente se intercalan entre los cultivos de cosecha (Kiff *et al.*, 1996). Los CC pueden ser una alternativa para mantener o atenuar la pérdida de carbono de los suelos, prevenir la erosión, aumentar la infiltración, capturar nutrientes, reducir sus pérdidas por lixiviación y contribuir al control de malezas (Unger & Vigil, 1998).

En la Argentina hasta el momento se detectaron 40 biotipos de malezas resistentes, con resistencias simples y/o múltiples (REM, 2021), por lo que el uso de estrategias de manejo con un enfoque más integrado es necesario.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la abundancia de malezas en secuencias de cultivos con diferente grado de intensificación en el uso del suelo y con uso o no de fitosanitarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el año 2017 se instaló un experimento de larga duración en el que se evaluaron diferentes secuencias de cultivo. El experimento se realizó en la Chacra Experimental Bellocq (CEB) del Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires (35°55'49"S, 61°29'17"O). En el lugar el clima es templado con algunas características continentales y la temperatura media anual es de 16,2 °C (Díaz-Zorita *et al.* 2002). En el Cuadro 1 se presentan los valores precipitaciones mensuales ocurridos desde el año de comienzo del ensayo. Los tratamientos que se evaluaron en este trabajo fueron: i) rotación con barbechos químicos (RBQ); maíz-soja-trigo/soja^{2a}; ii) rotación con cultivos de cobertura (RCC): vicia/maíz-centeno/soja-trigo/soja^{2a} y iii) rotación con cultivos de cobertura sin fitosanitarios (RCCSF): vicia/maíz-centeno/soja-trigo/soja^{2a}. En RCC y RCCSF los cultivos utilizados como cobertura fueron vicia y centeno.

Los cultivos dentro de cada tratamiento

Cuadro 1. Precipitaciones mensuales en la Chacra Experimental de Bellocq durante los períodos 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020 y 1941-2016.

Período	Meses											
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
	pp (mm)											
2017-2018	115	24	71	27	86	132	111	62	0	59	97	85
2018-2019	70	65	27	50	48	168	95	78	179	137	13	160
2019-2020	61	49	35	0	0	13	72	73	69	151	89	190
1941-2016	87	50	32	32	34	54	97	97	97	98	99	125

Cuadro 2. Número de individuos de malezas acompañantes (NMA, individuos m⁻²) y materia seca aérea de malezas (MSA, g m⁻²) para los tratamientos evaluados. RBQ: maíz, soja, trigo/soja 2°; RCC: vicia/maíz, centeno/soja, trigo/soja 2°; y RCCSF: vicia/maíz, centeno/soja, trigo, en el período 2017-2020. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (test de Tukey, p<= 0,05).

Tratamiento	PV 2017		OI 2018		PV 2018		OI 2019		PV 2019		OI 2020	
	NMA	MSA	NMA	MSA	NMA	MSA	NMA	MSA	NMA	MSA	NMA	MSA
	individuos m ⁻²											
RBQ	13a	7a	35a	11a	10a	51a	51a	0a	15a	10a	8a	138b
RCC	6a	2a	27a	9a	9a	24a	49a	0a	24a	4a	10a	94a
RCCSF	19a	5a	47a	120a	119b	122b	88a	60a	286b	26b	71b	120ab

se sembraron durante la misma campaña, en parcelas de 15 m de ancho por 30 m de largo, con un diseño de bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. El manejo de RBQ y RCC se realizó con siembra directa y el uso de fitosanitarios. El tratamiento RCCSF, se realizó en su totalidad sin el agregado de fitosanitarios (herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes), efectuando los controles de malezas a partir de labranza con rastra de discos y el secado de los cultivos de cobertura con rolado mecánico. En dos momentos de la rotación: al finalizar el ciclo de los cultivos de verano (OI) y de invierno (PV), se tomaron 12 muestras de cada parcela con marcos de 0,25 m². Se relevaron el número de malezas acompañantes (NMA, individuos m⁻²), biomasa aérea (MSA, g m⁻²).

En madurez fisiológica de cada cultivo de cosecha, y en grano lechoso-pastoso para centeno, y 50 % de floración para vicia, se realizó el muestreo de biomasa aérea recolectando cuatro submuestras de 1 m² para cada unidad experimental. Las muestras se secaron en estufa hasta peso constante y luego se pesaron para estimar biomasa aérea total por hectárea. La intensificación de

cada secuencia se midió a través del índice de intensificación de la secuencia (IIS) en función de la cantidad de meses ocupados con cultivo en relación con el total de meses considerados en el trabajo (Farahani *et al.*, 1998). Para el cálculo del impacto ambiental de cada rotación se utilizó el índice EIQ (Kovach *et al.*, 1992):

La fórmula para determinar el valor EIQ de los pesticidas individuales se enumera a continuación y considera el trabajador agrícola, el consumidor y el medio ambiente:

$$EIQ = \{C [(DT * 5) + (DT * P)] + [(C * ((S + P) / 2) * SY) + (L)] + [(F * R) + (D * ((S + P) / 2) * 3) + (Z * P * 3) + (B * P * 5)]\} / 3$$

DT = toxicidad dérmica

C = toxicidad crónica

SY = sistemicidad

F = toxicidad de los peces

L = potencial de lixiviación

R = potencial de pérdida de superficie

D = toxicidad de aves

Cuando no se utiliza ningún fitosanitario desde el inicio del planteo agrícola, la implantación de CC no es suficiente para controlar las malezas, aunque la secuencia vicia/maíz ha dado resultados interesantes.

S = vida media del suelo

Z = toxicidad de abeja

B = toxicidad beneficiosa para artrópodos

P = vida media de la superficie de la planta.

Los valores de EIQ de cada herbicida se obtuvieron de Eshenaur *et al.* (2015). Posteriormente se calculó el EIQ de los plaguicidas a campo de la siguiente forma: $EIQ_{\text{plaguicidas a campo}} = EIQ_{\text{plaguicida}} * \text{concentración del activo de herbicida} * \text{dosis} * n^{\circ} \text{ de aplicaciones}$. Una vez calculado el EIQ_{campo} de cada herbicida se realizó la sumatoria de cada uno de los $EIQ_{\text{plaguicidas a campo}}$ y se obtuvo el EIQ_{total} de cada tratamiento evaluado.

Se efectuó una transformación a raíz cuadrada de NMA y MSA para estabilizar las varianzas, y las medias se transformaron para su presentación. Se utilizó el procedimiento de modelos generales y mixtos de Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018), utilizando las variables de tratamiento y bloque como efectos fijos y los momentos de muestreo como efecto aleatorio. Las medias de los tratamientos se analizaron mediante el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

NMA en los muestreos de PV 2017, fue similar para los tres tratamientos siendo en promedio de 13 individuos m^{-2} . En PV 2018, RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio 10 individuos m^{-2} , y 119 individuos m^{-2} , respectivamente. En PV 2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio 20 individuos m^{-2} y 286 individuos m^{-2} , respectivamente. El NMA OI en 2017, fue similar para los tres tratamientos siendo en promedio de

36 individuos m^{-2} . En OI 2018 el NMA fue similar para todos los tratamientos, siendo en promedio 63 individuos m^{-2} . En OI 2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de NMA que RCCSF, siendo en promedio 9 individuos m^{-2} y 71 individuos m^{-2} , respectivamente (Cuadro 2).

MSA en PV de 2017 fue similar para los tres tratamientos, con un valor medio de 5 $g m^{-2}$. En PV 2018, RBQ y RCC tuvieron menores valores de MSA que RCCSF, siendo en promedio de 38 $g m^{-2}$ y 122 $g m^{-2}$, respectivamente. En PV2019, RBQ y RCC tuvieron menores valores de MSA que RCCSF, siendo en promedio de 7 $g m^{-2}$ y 26 $g m^{-2}$, respectivamente. La MSA OI fue similar para los tres tratamientos en los años 2018 y 2019 con valores medios de 19 $g m^{-2}$ y 20 $g m^{-2}$, respectivamente. En 2020 RCC y RCCSF no se diferenciaron estadísticamente, con un valor medio de 107 $g m^{-2}$, tampoco hubo diferencias estadísticas entre RCCSF y RBQ, con un valor medio de 129 $g m^{-2}$ (Cuadro 2). Tanto en los muestreos de primavera como en los de otoño a medida que avanzaron los años RCCSF se diferenció del resto de los tratamientos aumentando NMA y MSA. Esto pudo deberse a que todos los tratamientos partieron de un antecesor similar (2 años consecutivos de soja de 1^a). En la primera campaña existió un efecto residual de herbicidas, banco de semillas y sistema de siembra, y a medida que avanza la rotación sin el uso de fitosanitarios, la presión de malezas tanto en biomasa como en número de individuos aumentó.

Analizando cada secuencia de cultivos incluidos en cada tratamiento, la secuencia trigo/soja no mostró diferencias en RCC y RBQ, tanto en NMA (12 individuos m^{-2}) como MSA (21 $g m^{-2}$), mientras que mos-



Figura 1. Mantillo generado por el cultivo de cobertura de *Vicia villosa*, en el momento de la siembra del cultivo de maíz. Ensayo de larga duración Chacra Experimental de Bellocq, campaña 2018-2019.

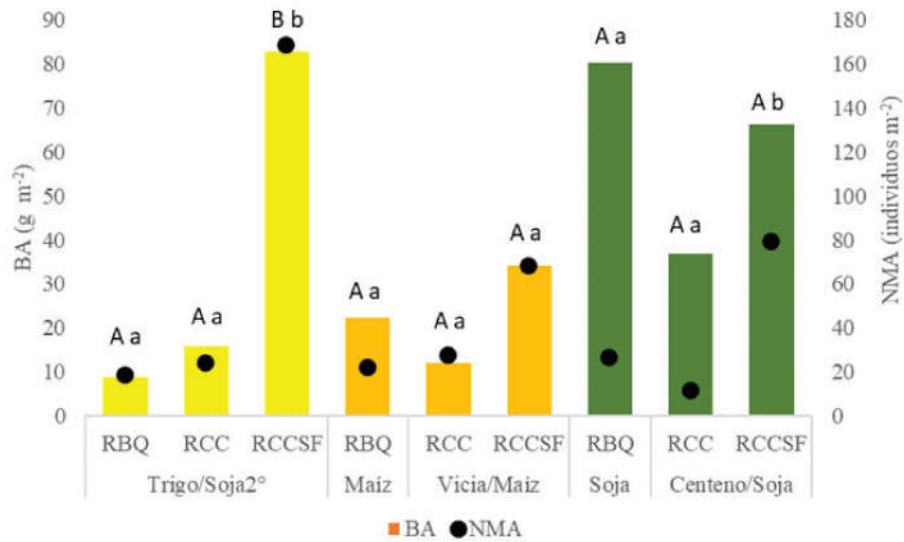


Figura 2. Biomasa aérea (MSA, barras) y número de malezas acompañantes (NMA, puntos) para los tratamientos evaluados. RBQ: maíz, soja, trigo/soja 2°; RCC: vicia/maíz, centeno/soja, trigo/soja 2a; y RCCSF: vicia/maíz, centeno/soja, trigo. Letras diferentes indican diferencias significativas (test de Tukey, $p < 0,05$, minúsculas= N° individuos, mayúsculas=biomasa).

Cuadro 3. Biomasa aérea de cultivos ($t\ ha^{-1}$), para los tratamientos evaluados: RBQ: maíz, soja, trigo/soja 2^a; RCC: vicia/maíz, centeno/soja, trigo/soja 2a; y RCCSF: vicia/maíz, centeno/soja, trigo. Letras diferentes indican diferencias significativas (test de Tukey, $p \leq 0,05$).

Tratamientos	Campana		
	2017-2018	2018-2019	2019-2020
	Biomasa aérea de cultivos ($t\ ha^{-1}$)		
RBQ	50 c	47 ab	66 a
RCC	69 a	58 a	70 a
RRCCSF	60 b	38 b	37 b

tró mayores valores en RCCSF para NMA y MSA (168 individuos m^{-2} y 83 $g\ m^{-2}$, respectivamente). Esto pudo deberse, a la ausencia de soja de segunda en la secuencia (no llegó el cultivo a cosecha, por la presión de malezas) y a la menor biomasa producida por el cultivo de trigo. Para maíz, no se encontraron diferencias en NMA y MSA, con valores medios de 39 individuos m^{-2} y 23 $g\ m^{-2}$, respectivamente. Es interesante en este caso el aporte de la vicia como antecesor (Figura 1), particularmente en RCCSF (68 individuos m^{-2} y 34 $g\ m^{-2}$), ya que no se utilizaron herbicidas. Datos similares fueron reportados por Baigorria *et al.* (2018), con y sin la utilización de herbicidas post emergentes en secuencias de vicia-maíz. Para soja, no se observaron diferencias en los tres tratamientos en MSA, con un valor promedio de 61 $g\ m^{-2}$. El NMA fue diferente para RBQ y RCC (19 individuos m^{-2}) con respecto a RCCSF (79 individuos m^{-2}) (Figura 2).

Cuadro 4. Índice de Intensificación de la secuencia (IIS) y EIQ_{total} para los tratamientos evaluados: RBQ: maíz, soja, trigo/soja 2^a; RCC: vicia/maíz, centeno/soja, trigo/soja 2^a; y RCCSF: vicia/maíz, centeno/soja, trigo.

Tratamientos	Campana			Media
	2017-2018	2018-2019	2019-2020	
	IIS			
RBQ	0,68	0,67	0,57	0,64
RCC	0,97	0,95	0,83	0,92
RCCSF	0,82	0,82	0,69	0,78
	EIQ_{total}			
RBQ	91	104	101	99
RCC	51	62	75	63

Las diferencias en abundancia de malezas entre los tratamientos RCC y RCCSF, pueden explicarse en parte por una mayor cantidad de biomasa aérea producida en las 3 campañas evaluadas, siendo en promedio para las tres campañas evaluadas de $66\ t\ ha^{-1}$ para RCC y $45\ t\ ha^{-1}$ (Cuadro 3), esto debido al uso de fitosanitarios, principalmente fertilizantes, generando mayor supresión lumínica por el mantillo generado (Creamer *et al.* 1996).

Si bien a medida que avanzaron las campañas los tratamientos RCC y RBQ tuvieron similares valores de NMA, MSA y biomasa aérea de cultivos, RCC presentó un menor valor de EIQ_{total} , debido al uso de menores dosis de ingrediente activo de herbicidas, y a la no utilización de algunos herbicidas residuales. Esto puede explicarse además por un mayor IIS a partir de la incorporación de cultivos de cobertura en la rotación (Cuadro 4). Principiano & Acciaresi (2018) encontraron resultados similares en el partido de Pergamino comparando secuencias de cultivos con diferente IIS.

CONCLUSIONES

- La inclusión de CC en una rotación tradicional en el centro oeste bonaerense, permite disminuir el uso de herbicidas residuales desde el comienzo mejorando los índices de impacto ambiental por su colaboración en el control de malezas.
- Cuando no se utiliza ningún fitosanitario desde el inicio del planteo agrícola,



Alvaro Pereyro



Carolina Estelrich



Gonzalo Perez

la implantación de CC no es suficiente para controlar las malezas, aunque la secuencia vicia/maíz ha dado resultados interesantes.

- Sería importante continuar con este tipo de ensayos para obtener información a largo plazo de los parámetros evaluados y de nuevos indicadores que requieren varios años de estudio para poder observar diferencias entre los tratamientos evaluados.

AGRADECIMIENTOS

A los proyectos de la cartera de INTA:

- 2019-PE-E1-I011-001 Intensificación Sustentable de la Agricultura en la Región Pampeana.
- 2019-RIST-E1-I503-001 Red de ensayos de larga duración. «

Bibliografía

ALVAREZ VE, CARDOZO A G, EL MUJTAR VA & TITTONELL P (2018) El Universo escondido bajo nuestros pies: la importancia de conocer y preservar los organismos del suelo. *Presencia* 29(70), 22-26.

ANDRADE JF, SATORRE EH, ERMÁCORA C M & POGGIO SL (2017) Weed communities respond to changes in the diversity of crop sequence composition and double cropping. *Weed Research* 57(3), 148-158.

BAIGORRIA T, BELLUCCINI PA, CAZORLA CR, AIMETTA MB, PEGORARO VR, BOCCOLINI MF & FAGGIOLI VS (2018) Cultivos de cobertura: una estrategia con potencial para disminuir el impacto ambiental de herbicidas. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez.

CAVIGLIA OP, SADRAS VO, ANDRADE FH (2004) Intensification of agriculture in the south-eastern Pampas. I. Capture and efficiency in the use of water and radiation in double-cropped wheat-soybean. *Field Crops Res.* 87, 117-129.

CREAMER, N. G., BENNETT, M. A., STINNER, B. R., CARDINA, J., & REGNIER, E. E. (1996). Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *HortScience*, 31(3), 410-413.

DÍAZ-ZORITA M, PERFECT E, & GROVE JH (2002) Disruptive methods for assessing soil structure. *Soil and Tillage Research* 64(1-2), 3-22.

DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZALEZ L, TABLADA M, ROBLEDO CW (2018) InfoStat versión (2018). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

ESHENAUER B, GRANT J, KOVACH J, PETZOLDT

C, DEGNI J & TETTE J (2015) Environmental Impact Quotient: "A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides." New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 1992-2020.

FARAHAN HJ, PETERSON GA & WESTFALL DG (1998). Dryland cropping intensification: a fundamental solution to efficient use of precipitation. *Advances in Agronomy* 64:197-223.

KIFF E, POUND B & HOLDSWORTH R (1996) Cover Crops: A review and database for field users. Chatham, UK. Natural Resources Institute.

KOVACH J, PETZOLDT C, DEGNI J & TETTE J (1992) A method to measure the environmental impact of pesticides. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 139:1-8.

PRINCIPIANO M A & ACCIARES I H A (2018). Diversidad e intensidad de secuencias de cultivos: efecto ambiental y económico del control químico de malezas. *Revista de Tecnología Agropecuaria-RTA* 10 (37), 33-37.

POGGIO S, SATORRE EH & DE LA FUENTE EB (2004) Structure of weed communities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Pampa (Argentina). *Agriculture Ecosystems & Environment* 103, 225-235.

RED DE CONOCIMIENTO EN MALEZAS RESISTENTES (REM) (2021). <http://www.aapresid.org.ar/rem/>

TILMAN D, CASSMAN KG, MATSON PA, NAYLOR R & POLASKY S (2002) Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, 671-677.

UNGER P W & VIGIL M F (1998) Cover crop effects on soil water relationships. *Journal of Soil and Water Conservation* 53(3), 200-207.