

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFECTOS DEL SISTEMA DE CULTIVO EN EL ENMALEZAMIENTO

por

Felipe GONZÁLEZ MENÉNDEZ

Federico HAREAU SAPELLI

**TESIS presentada como uno de los requisitos
para obtener el título de Ingeniero Agrónomo**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2012

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Grisel Fernández

Ing. Agr. Oswaldo Ernst

Ing. Agr. Mónica Cadenazzi

Fecha: 22 de marzo del 2012

Autores: -----
Felipe González Menéndez

Federico Hareau Sapelli

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Agr. Grisel Fernández, Directora de este trabajo por su excelente y constante disposición a lo largo de todo el trabajo.

A la Ing. Agr. Mónica Cadenazzi por el aporte en el procesamiento estadístico de los datos.

A la Lic. Sully Toledo por el buen trato y disposición a la hora de la corrección de la tesis

A nuestra familia, novias y amigos por su constante apoyo para lograr concluir este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 ECOLOGÍA DE LAS MALEZAS.....	2
2.1.1 <u>Definición de malezas</u>	2
2.1.2 <u>Dinámica de las poblaciones de malezas</u>	2
2.1.3 <u>Factores determinantes del enmalezamiento relacionados al sistema de cultivos</u>	5
2.1.3.1 Rotación.....	5
2.1.3.2 Rotación con pasturas.....	6
2.1.3.3 Sistema de laboreo.....	6
2.1.3.4 Herbicidas.....	8
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	10
3.1 CARACTERISTICAS GENERALES.....	10
3.1.1 <u>Ubicación del experimento</u>	10
3.2 TRATAMIENTOS.....	11
3.2.1 <u>Diseño experimental</u>	11
3.3 DETERMINACIONES.....	11
3.4 ANÁLISIS ESTADISTICO.....	13

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	14
4.1 RIQUEZA Y DIVERSIDAD EN LOS ENMALEZAMIENTOS ASOCIADOS A LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.....	14
4.2 COMPOSICIÓN DE LOS ENMALEZAMIENTOS ASOCIADOS A LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.....	18
5. <u>CONCLUSIONES</u>	27
6. <u>RESUMEN</u>	28
7. <u>SUMMARY</u>	29
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	30
9. <u>ANEXOS</u>	35

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto de los tratamientos estudiados en la densidad de gramíneas (pl.m ²) para las evaluaciones del 16/11/2010 y 30/06/2011	23
2. Efecto de los tratamientos estudiados en la densidad de latifoliadas invernales (pl.m ²) para las evaluaciones del 14/07/2010, 16/11/2010 y 30/06/2011.....	24
3. Fechas de las determinaciones.....	12
4. Índices de Riqueza y Diversidad (Shannon-Wiener) para los enmalezamientos muestreados en las fechas 14/07/2010 y 30/06/2011	14
5. Tratamientos del experimento	11
6. Valores promedio para las fechas 14/07/2010 y 30/06/2011 para las especies presentes en los tratamientos T1, T2, T4 y T6.....	25
Figura No.	
1. Biplot correspondiente al análisis de componentes principales realizado con las densidades de las especies de malezas (promedio de las fechas del 14/07/2010 y 30/07/2011) para los tratamientos estudiados.....	18
2. Biplot correspondiente al análisis de componentes principales realizado con las densidades de las especies de malezas densidades de las especies de malezas para los tratamientos estudiados.....	20
3. Croquis del experimento.....	11
4. <i>Sonchus oleraceus</i> en todos los tratamientos y en las 2 fechas 14/07/2010 y 26/08/2010.....	21
5. Ubicación del experimento.....	10
6. <i>Verbena litoralis</i> en todos los tratamientos para las fechas del 14/07/2010 y 26/08/2010.....	22

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, y como resultado de los favorables precios internacionales de los granos, se ha constatado un acelerado incremento del área agrícola en el país.

La mayor parte del área agrícola al presente se encuentra en régimen de agricultura y con predominio de soja en la secuencia. Por otra parte, prácticamente la totalidad del área de soja en el país se realiza en cero laboreo y con semilla transgénica, lo que redundó en un uso masivo de glifosato.

Autores como Radosevich et al. (1997), Puricelli y Tuesca (2005b) sostienen que cambios rápidos e intensos en el manejo de las secuencias se asocian con importantes respuestas en el dinamismo de malezas. Esto se vuelve un factor importante de tener en cuenta, dado que se pueden determinar importantes limitaciones en la producción de cultivos dependiendo de la naturaleza de los cambios en el tamaño y composición de las comunidades de malezas.

El conocimiento de las asociaciones enmalezamiento-secuencia agrícolas y tecnología, así como el estudio de los factores involucrados en las determinaciones de estas asociaciones, resultan de la trascendencia para el manejo integrado de malezas y el logro de una agricultura sustentable.

Este trabajo tuvo por objetivos estudiar los enmalezamientos asociados con cuatro secuencias de cultivos y dos regímenes de laboreo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ECOLOGÍA DE LAS MALEZAS

2.1.1 Definición de malezas

Las malezas han sido definidas históricamente como especies en el lugar equivocado (Bunting, 1960) y plantas con valor negativo (Thomas, 1956)

Radosevich et al. (1997) coinciden en este concepto y agregan que se trata de plantas que interfieren en las actividades y/o bienestar del hombre.

Mishra y Singh, citados por Radosevich et al. (1997), enfatizan que las malezas son un problema importante en la mayoría de los sistemas de cultivos y su control es esencial para la producción agrícola exitosa.

El daño producido por las malezas puede ser medido como pérdida del rendimiento por unidad de área cultivable o también reflejando la afectación de la productividad de una empresa comercial (Mortimer, 1996).

En tal sentido, según lo publicado por Demjanova et al. (2009) las malezas son uno de las principales limitantes en el logro de una producción agrícola eficiente.

2.1.2 Dinámica de las poblaciones de malezas

El concepto de dinámica de poblaciones en malezas u otros organismos hace referencia a los cambios que ocurren en las comunidades de especies a lo largo del tiempo. A este proceso se le llama sucesión.

Los cambios son siempre el resultado de alteraciones en el ambiente de las comunidades, producto de efectos naturales o antrópicos, por causa de la acción del hombre. Si estos se mantienen constantes, la comunidad no cambia sustancialmente y se llega a un estado sucesional conocido como *clímax*.

Si el ambiente es afectado, las especies que estaban adaptadas dejan su lugar a las nuevas especies que se adaptan al ambiente perturbado.

A la vez, al establecerse una determinada especie, su presencia modifica nuevamente las condiciones del medio, y con ello puede también favorecerse el establecimiento de otras especies (Odum, citado por Urzúa Soria, 1999).

Mortimer (1990) agrega que las malezas más importantes son aquellas que poseen genotipos que aseguran una estrategia de persistencia bajo condiciones impredecibles del ambiente. El mantenimiento y la adquisición de diversidad genética son cruciales para persistir en el largo plazo en un amplio rango de ambientes.

Según García Torres y Fernández Quintanilla (1991), las alteraciones provocadas por el hombre responden fundamentalmente a tres factores. El primero es la introducción de la rotación de cultivos como tecnología de manejo. Otro es la técnica de laboreo ya que define las condiciones ambientales sobre las que se desarrollaran las especies de malezas. El tercer factor, de suma importancia, es la tecnología de control de malezas y particularmente los tratamientos herbicidas que se utilicen en el sistema.

Las malezas nunca se presentan en forma de poblaciones monoespecíficas sino que forman parte de comunidades que coexisten en un lugar específico (García Torres y Fernández Quintanilla, 1991).

Por otra parte, dentro de las comunidades de malezas existe una estructura de dominancia, lo que implica que no todas las especies poseen la misma importancia. Normalmente existen tres o cuatro especies dominantes que son las que ejercen las mayores interferencias y toda una serie de especies secundarias que poseen una menor densidad y cobertura.

Estos autores sostienen que los factores que condicionan la composición florística de una comunidad son de tres tipos: el clima, el suelo (textura, ph, régimen de humedad) y el cultivo. En líneas generales, este último es el factor más importante que condiciona la flora. Cada tipo de cultivo lleva asociada una flora adventicia específica, ya que dichas malezas poseen ciclos biológicos, períodos de establecimiento y requisitos ecológicos similares al cultivo en cuestión.

En coincidencia con esto, el estudio realizado por Dale et al. (1992) determinó que la composición de la comunidad de malezas fue afectada principalmente por el cultivo antecesor.

Frick y Thomas (1993) también opinan que los cultivos tienen gran impacto en la composición de malezas, aunque le otorgan importancia además al efecto año.

Del mismo modo, Derksen et al. (1993) mencionan que, por lo general, las comunidades de malezas responden más al factor año que a los factores agronómicos. Por su parte Buhler (1995) sostiene que es más complejo y agrega que las malezas tienen respuestas diferentes en cada predio regulado por la localización, el medio ambiente, el sistema de labranza utilizado e, inclusive, operan los atributos biológicos intrínsecos de las especies.

Si bien es cierto que los factores involucrados en la determinación de la composición de las comunidades de malezas son múltiples y muy variados, no puede negarse, en consideración de los resultados de la investigación en el tema, que el sistema de cultivo juega un rol principal.

Para el estudio de las evoluciones o cambios en las comunidades de malezas, se utilizan diversos indicadores que permiten la caracterización de éstas. En general se sostiene que, para que un índice sea de utilidad, es importante que pueda ser aplicado en situaciones variadas y en múltiples escalas temporales y espaciales. Los índices más comúnmente utilizados son los que estiman riqueza, uniformidad y diversidad como el de Shannon-Wiener o el de Simpson (Wilsey y Stirling, 2006).

Según el último autor citado, existe importante variabilidad en la sensibilidad de estos índices dependiendo de las comunidades estudiadas. A su vez, sostiene que aquellas comunidades en las que la dispersión y la migración sean importantes son comunidades en las que los índices de riqueza más sensibles. Por el contrario, en comunidades, como en comunidades de plantas en las que las interacciones bióticas sean importantes el índice de uniformidad o los índices de diversidad que contemplan la uniformidad resultarán más sensibles.

2.1.3 Factores determinantes del enmalezamiento relacionados al sistema de cultivo

Los factores determinantes del enmalezamiento relacionados al sistema de cultivo son los siguientes: Rotación, Rotación con pasturas, Sistema de laboreo y Herbicida.

2.1.3.1 Rotación

Doucet et al. (1999), Anderson (2005) sostienen que los cultivos que integran la rotación y su secuencia afectan fuertemente las dinámicas poblacionales de las especies de malezas constituyendo efectivos manejos para la modificación de las tasas reproductivas y potenciales de re infestación de las mismas.

Características como la competitividad, fundamentalmente en relación a la capacidad de supresión del crecimiento de malezas así como el ciclo que puedan resultar en frenos al desarrollo y reproducción de las malezas constituyen fuertes factores que modifican la composición de las comunidades de malezas.

La característica biológica más consistente de las malezas es la tendencia a poseer ciclos de vida, anuales o perennes, cortos. Esta constituye una especialización claramente adaptativa y explica las altas tasas de crecimiento frecuentes en las especies de malezas (Grime, 1982). Esta característica determina que muchas malezas puedan completar su ciclo antes de la cosecha del cultivo en el que están presentes (Derksen et al., 1995).

Zimdahl (1980) sostiene que la rotación de cultivos es parte integral de la agricultura sostenible y que afecta fuertemente la composición de las comunidades de malezas, ya que los cultivos varían en su habilidad para competir con la flora espontánea. También es factible que el potencial alelopático de ciertos cultivos pueda condicionar la germinación o establecimiento de algunas especies de malezas Rios y Gimenez (1992).

Según Liebman y Dyck (1993) la competitividad de los cultivos frente a malezas se puede fortalecer mediante la selección de los cultivos a incluir en la rotación así como mediante la selección de cultivares, fecha de siembra, densidad, tasa de crecimiento inicial, arquitectura del canopeo y la duración del período vegetativo.

En el trabajo realizado por Rios (2003) se encontraron importantes diferencias en la competitividad de los cultivos, destacando el cultivo de sorgo con respecto al de girasol como un cultivo en el cual se pueden lograr mejores controles y posee mayor competencia frente a malezas.

2.1.3.2 Rotación con pasturas

Los sistemas incluyendo pasturas en la rotación tienden a tener mayores problemas con malezas perennes. Sin embargo, Siemens (1963) en un estudio de rotaciones realizado en Canadá encontró mayores densidades de la especie de cardo perenne *Cirsium arvense* L. en los cultivos rotando con pasturas y mayores infestaciones de la maleza gramínea *Elymus repens*, también perenne en los tratamientos de cebada en monocultivo que en los que rotaban con trébol rojo.

Coincidentemente con este último resultado Froud Williams et al. (1981), concluyen que las malezas perennes dominan en monocultivos con labranza, y que esta recurrencia se basa mayormente en la fragmentación y dispersión de rizomas.

Estudios realizados en Quebec, Canadá, enfatizan cómo con la inclusión de un solo año de trébol rojo se puede mitigar el impacto de las malezas en la etapa de cultivos de cereales, con beneficios posteriores de aproximadamente dos años, a diferencia del monocultivo (Légère et al., 2004).

2.1.3.3 Sistema de laboreo

Si bien existen efectos de la tecnología de laboreo, tipo e intensidad, el mayor impacto en relación a este factor resulta el que ocurre cuando se abandona completamente el laboreo en los sistemas de cero laboreo (Swanton et al., 1993).

Si bien Fernández y Villalba (1999) están de acuerdo con lo mencionado, aclaran que los cambios en las comunidades de malezas en sistemas de cero laboreo son el resultado del balance de las prácticas asociadas a estos sistemas, por ejemplo el uso de glifosato y no exclusivamente el sistema de laboreo implementado.

Según Urzúa (2000) las modificaciones en la composición botánica de las comunidades de malezas resulta el cambio más evidente cuando se abandonan los laboreos.

En ese sentido, según opinan Froud-William et al. (1986) cuando se deja de laborear el suelo y se controlan las malezas exclusivamente a base de herbicidas, el reservorio superficial de semillas se agota con rapidez y da cabida a que se establezcan y prosperen otras especies adaptadas a las nuevas condiciones. Según los autores mencionados esta es la principal razón de los cambios en la composición de las comunidades que se observan con el cero laboreo.

Por otro lado Teasdale y Mohler (1993) agregan que en la siembra directa las semillas de malezas se concentran en la superficie del suelo o muy próximas y esto determina en ocasiones mayores tasas de emergencia y muy frecuentemente importantes dificultades para el control, químico en el controlar (Derksen 1993, Buhler 1995).

Asimismo, debe reconocerse que la presencia y abundancia de malezas en los distintos sistemas de labranza están asociadas a las características morfofisiológicas de éstas; así como a las diferentes estrategias de dispersión, germinación, emergencia e implantación.

Aquellas especies que logran adaptarse exitosamente en sistema de siembra directa, según Grime (1977) son especies herbáceas anuales de pequeño porte y limitado crecimiento lateral, pero con rápida tasa de crecimiento.

Esto es avalado por algunos trabajos de carácter internacional llevados a cabo en Reino Unido en la década de los 80 y en los que además se comprueba que las especies predominantes, tanto anuales como perennes, son muy frecuentemente de fácil dispersión por viento (Froud - William, 1986).

Los trabajos a nivel nacional también corroboran incrementos de la presencia de especies de fácil dispersión por viento y enfatizan en relación al incremento en las proporciones de malezas gramíneas en los sistemas en cero laboreo Fernández y Villalba (1999). Así, los estudios realizados muestran en las determinaciones en el otoño grandes diferencias asociadas elevadas contribuciones de cardos (*Cirsium vulgare* y *Carduus acanthoides*) o en el sistema de cero laboreo (55% vs 12% en laboreo convencional) y un elevado porcentaje de las gramíneas estivales (pasto blanco y capin, esencialmente).

Según menciona Hernandez-Plaza et al. (2011) en la revisión de su artículo, el régimen de laboreo afecta los nutrientes, la estructura y/o la temperatura del suelo, así como la profundidad a las que se entierran las semillas de malezas promueven diferencialmente la diversificación de los nichos ecológicos y/o la implantación de las especies de malezas resultando en riquezas, diversidades y composición de especies diferentes.

Contrariamente los resultados de dicho experimento, muestra que no se encontraron diferencias en resultados de diversidad y riqueza a largo plazo. Destacando la necesidad de que dichos experimentos sean realizados a largo plazo debido a la gran fluctuación inter-anual que presenta la diversidad (Hernandez-Plaza et al., 2011). Enfatizando en el que el plazo del experimento puede ser la principal limitante y razón por la cual los resultados que aparecen en la literatura son tan contradictorios.

2.1.3.4 Herbicidas

Légère y Derksen, citados por Légère y Samson (2004) sostienen que los herbicidas tienen un efecto muy importante en la estructura de las comunidades de malezas y llega a ser más importante que los otros factores mencionados como la rotación de cultivos y/o el laboreo. Afirmando lo dicho anteriormente, los investigadores Puricelli y Tuesca (2005b), comparando el efecto de la rotación de cultivos y el uso continuo de glifosato en las comunidades de malezas, concluyen que los mayores efectos en la variación de los enmalezamientos se relacionan con el uso continuo del herbicida.

En términos generales, cuando se consideran los efectos de herbicidas es importante tener en cuenta el principio activo del mismo, la dosis, la residualidad del producto, la eficiencia del control del mismo, el momento y muy importantemente la frecuencia con que se aplica.

La respuesta de las malezas a los tratamientos herbicidas es muy variable. Las malezas pueden ser susceptibles, tolerantes o resistentes frente a la aplicación.

Papa (2004) menciona que la tolerancia es la capacidad innata que tienen los individuos de una especie de soportar la dosis de uso de un herbicida debido a

características morfológicas y/o fisiológicas que les son propias. Por ende, la aplicación reiterada de dicho producto ejercerá una presión de selección a favor de las tolerantes.

Según el mismo autor, cuando se aplica un herbicida lo que se hace en realidad es crear artificialmente condiciones ambientales negativas extremas para la vegetación en general, en caso de utilizar herbicidas de acción total o bien sólo para las malezas cuando se utilizan herbicidas selectivos.

Las especies que son resistentes se presentan como un caso extremo de tolerancia. Estos individuos resistentes (incluso a elevadas dosis de producto) dentro de una población comienzan siendo pocos pero luego mediante multiplicación pueden llegar a formar grandes poblaciones y muy difíciles de controlar.

Fryer y Chancellor, citados por Puricelli y Tuesca (2005b), mencionan que el uso particular de un herbicida en una misma área puede aumentar el número de especies no susceptibles y modificar la comunidad de malezas.

El Glifosato es un herbicida de acción sistémica, no selectivo de espectro total, no residual cuyo acción es la inhibición de la enol-piruvil-shiquimato fosfato sintetasa.

De acuerdo a Puricelli y Tuesca (2005b), el glifosato no presentando residualidad no controla emergencias tardías de malezas y las semillas de estas plantas producen fácilmente bancos de semillas. Es por esto que Tørrensen et al. (2003) sugieren que la combinación de glifosato y herbicidas post-emergencia es necesaria para el control de diferentes grupos biológicos de malezas en sistemas reducidos de labranza.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

3.1.1 Ubicación del experimento

El trabajo se realizó en el potrero 27 de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (E.E.M.A.C), perteneciente a la Universidad de la República, situada en el Departamento de Paysandú (Ruta Nacional No. 3, kilómetro 363), en el que existe un experimento de secuencias de cultivos instalado en el año 1993. El período experimental del estudio fue del 1/07/2010 al 30/06/2011.



Figura No. 1: Ubicación del experimento

3.2 TRATAMIENTOS

3.2.1 Diseño experimental

El diseño utilizado fue en bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones.

Los tratamientos que se realizaron fueron seis y se observan detalles de los mismos en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 1: Tratamientos del experimento

No.	Tratamiento
1	Laboreo Convencional Rotando Sin Pasturas(Trigo Cebada/Soja)
2	Siembra Directa Rotando Sin Pasturas (Trigo Cebada / Maíz Sorgo)
3	Laboreo Convencional Rotando con Pasturas
4	Siembra Directa Rotando sin Pasturas (Soja-Soja)
5	Siembra Directa Rotando con Pastura (Soja)
6	Siembra Directa sin Pasturas (Trigo Cebada/Soja)

En la siguiente figura se muestra la estructura del experimento. Es importante destacar que en el bloque 3, se perdió el tratamiento 1^a fecha de evaluación y se retiró de estudio.

3.3 DETERMINACIONES

Las determinaciones consistieron en muestreos periódicos desde julio 2010 hasta 30 de junio 2011, en los que se procedía al conteo individualizado por especie de maleza y grado de desarrollo.

El muestreo presentó algunas variaciones dependiendo del tratamiento. En el caso de barbecho sin cultivos instalados, se muestreaban en ocho cuadrados de 0,3m por 0,3m. Cuando el muestreo se realizaba con cultivo instalado, se muestrearon cuatro entresurcos en el largo total de la parcela.

En el caso de las parcelas con pasturas, se muestreó siguiendo el trayecto de dos transectas realizando los mismos registros en cuadro de 0.3 por 0.3 espaciado cada 3 metros.

Las fechas en que se realizaron los muestreos se detallan a continuación:

Cuadro No. 2: Fechas de las determinaciones

Determinaciones	Fecha	Días entre determinaciones
Determinación 1	14/07/2010	
Determinación 2	26/08/2010	41
Determinación 3	16/11/2010	80
Determinación 4	19/01/2011	62
Determinación 5	22/02/2011	33
Determinación 6	30/06/2011	128

La información obtenida, se utilizó para describir las poblaciones vegetales (malezas obtenidas presentes) a partir de los tratamientos. Fue calculado el índices de fitosociológicos, riqueza, y los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson.

Debido a que las fechas que se utilizaron para el cálculo de los índices fueron las 2 de invierno fue necesario solo las especies de malezas invernales, para realizar una mejor comparación entre tratamientos.

Según la bibliografía consultada, define la riqueza como el número de especie; el índice de Shannon-Wiener, es un índice de biodiversidad que se basa en suponer que la heterogeneidad depende tanto del número de especies presentes como la abundancia relativa. La diversidad máxima se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. El índice de Simpson sugiere que una medida intuitiva de la diversidad de una población está dada por la probabilidad de que dos individuos tomados independientemente de una población pertenezcan a la misma especie (Di Rienzo et al., 2002).

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo experimental empleado en el análisis fue el modelo lineal generalizado:

$$\ln(\text{MIJK}) = \beta_0 + \tau_i + \beta_j + M_k + (\text{M}\tau)_{ik}$$

Donde: β_0 : Media poblacional

τ_i : Efecto relativo del tratamiento

β_j : Efecto del bloque

M_k : Efecto del muestreo

$(\text{M}\tau)_{ik}$: Efecto de la interacción tratamiento muestreo

Se estudió la evolución del enmalezamiento en distintos sistemas de cultivos presentando diferentes sistemas de laboreo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RIQUEZA Y DIVERSIDAD EN LOS ENMALEZAMIENTOS ASOCIADOS A LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

Se calcularon indicadores que permitieran la caracterización de los enmalezamientos.

Los valores obtenidos para los distintos índices con los resultados de la primera y última evaluación realizada el 14/07/2010 y 30/06/2011, respectivamente, se presenta a continuación en el Cuadro No. 3.

Cuadro No. 3: Índices de Riqueza y Diversidad (Shannon-Wiener) para los enmalezamientos muestreados en las fechas 14/07/2010 y 30/06/2011.

FECHA	INDICE	Tr.1	Tr.2	Tr.3	Tr.4	Tr.5	Tr.6
14/07/2010							
	RIQUEZA	4	5	13	8	15	9
	DIVERSIDAD	1,13	1,28	1,46	1,35	2,06	1,65
30/06/2011							
	RIQUEZA	2	0	11	10	12	7
	DIVERSIDAD	0,25	0	1,47	1,61	1,93	1,16

Como se puede observar, los valores de riqueza más elevados se determinaron en los tratamientos Rot-LC (T3) y Rot-SD (T5) y los menores en los tratamientos AC-LC (T1) y AC-SD (T2), resultando intermedios los valores alcanzados en los tratamientos AC-SD (T4) y AC-SD (T6). Cabe resaltar que los resultados muestran tendencias

iguales en los dos años de evaluación despejando el efecto de posibles interacciones ambientales.

Los más altos valores en los tratamientos y Rot-SD (T5) y Rot-LC (T3), con secuencias de agricultura- pastura, no llaman la atención, resultando lo esperable en consideración de lo que se cita en la bibliografía. Según Marshall (2003), el número de especies o riqueza se incrementa cuando el uso de herbicidas disminuye. Efectivamente, en los tratamientos Rot-LC (T3) y Rot-SD (T5), la utilización de herbicidas es menor puesto que en la etapa de pastura, que dura 3 años, se restringe a una única aplicación en el primer año de la pastura.

De los tratamientos restantes, todos con agricultura continua, el T1, que es el único con laboreo convencional, aparece como el tratamiento con menor riqueza sugiriendo un efecto asociado al régimen de laboreo. Considerando que en T1 la secuencia de cultivos es la misma que la que tiene el T6 y que sólo se diferencian en el régimen de laboreo se podría pensar que el laboreo convencional es determinante de menores riquezas.

Estos resultados muestran contradicciones con otros publicados por Hernández-Plaza et al. (2011) que en un estudio comparable encontraron similares valores tanto de riqueza como de diversidad de malezas en las rotaciones en laboreo convencional como en cero laboreo y concluyeron que no existe efecto del régimen de laboreo en estas características de los enmalezamientos. Inclusive, considerando lo que sostiene Marshall (2003), las secuencias en laboreos convencionales reciben menos herbicida que las que están en régimen de cero laboreo, en las que la preparación de la sementera se realiza con herbicidas y, por tanto, lo esperable sería encontrar mayores riquezas en el laboreo convencional.

Las contradicciones en estos estudios resultan frecuentes y, según se ha demostrado, el largo del período experimental puede constituir una explicación. Muchos estudios de la diversidad de malezas están basados en experimentos tanto de corto plazo (2–3 años) como de mediano plazo (8–10 años), y estos períodos pueden no ser suficientes para que las tendencias de cambio de las poblaciones de malezas sean detectadas.

En primer lugar, los cambios relacionados con la adopción de un sistema de laboreo en particular, es decir cambios en el régimen de perturbación del suelo, suelen ser acumulativos y pueden no generar una respuesta en la riqueza o diversidad de malezas en cortos periodos (Smith et al., 2009). En segundo lugar, las semillas de varias

malezas presentan alta persistencia en el suelo, lo cual amortigua la magnitud de los cambios en las poblaciones de malezas determinando que, en general, la presencia de muchas especies no se compromete frente a cambios ambientales (Légère et al., 2005). También la complejidad de los patrones de emergencia que pueden presentar las especies de malezas complica fuertemente la evaluación comparativa de los enmalezamientos en cortos periodos (Gonzalez - Andujar et al., 2006).

La determinación de riqueza realizada en este mismo experimento en 1999, transcurridos sólo seis años desde su instalación, no mostró diferencias entre tratamientos con laboreo convencional y cero laboreo (Fernández y Cadenazzi, 2002)

Sin embargo el estudio que se citó de Hernández-Plaza et al. (2011) y del que se señaló la contradicción de resultados, analizó la información de un experimento de 23 años de duración muy similar a la duración del experimento que se está analizando que fue instalado en 1993.

Los resultados obtenidos en el presente estudio estarían sugiriendo que existen factores asociados al cero laboreo involucrados en la determinación de la riqueza que tienen relación con el número de tratamientos herbicidas. Por alguna razón este sistema estaría promoviendo una mayor diversificación de los nichos ecológicos y/o las oportunidades para la germinación tal como se comento en la revisión (Hernández-Plaza et al., 2011)

Sosnoskie et al. (2006), también Mas y Verdú, Menalldet, citados por Sosnoskie (2006) encontraron mayores riquezas en los enmalezamientos de sistemas de cero laboreo que en los de laboreo convencional y comenta que los resultados están en acuerdo con la hipótesis de Menge y Sutherland (1987) quien sostiene que la diversidad de especies declina en hábitats que sean alta y repetidamente perturbados.

La comparación entre los tratamientos AC-SD (T2), AC-SD (T4) y AC-SD (T6) permitiría observar el efecto de distintas secuencias. Sin embargo, importa recordar que si bien los tratamientos AC-LC (T1) AC-SD (T6) tienen 23 años con igual régimen de laboreo y secuencia, las secuencias en los tratamientos AC-SD (T2) AC-SD (T4) se modificaron en el año 2000 y 2005 respectivamente y al momento de las determinaciones sólo tenían una historia de 10-11 años y 5-6 años.

Pese a lo comentado, podría señalarse una tendencia a menores riquezas en los tratamientos AC-SD (T2) incluyendo gramíneas estivales, maíz o sorgo en lugar de soja así como una tendencia al incremento de la riqueza en el tratamiento AC-SD (T4) de

soja continua. Las posibles explicaciones para estos resultados se discutirán más adelante al analizar la composición de los enmalezamientos en las distintas secuencias.

En el Cuadro No.3 se puede observar que la diversidad muestra iguales tendencias de respuesta que la riqueza al régimen de laboreo encontrándose el menor índice de Shannon - Wiener en el AC-LC (T1) con laboreo convencional, claramente menor al determinado en el tratamiento de igual secuencia pero sin laboreo AC-SD (T6).

Al igual que ocurriera con la riqueza, también en este caso aparece discordancia con el estudio de Hernández-Plaza et al. (2011) en el que tampoco se encontraran diferencias en la diversidad de las comunidades de malezas de sistemas con y sin laboreo.

Por el contrario, una vez más los resultados coinciden con los obtenidos por Mas y Verdú (2003), Sosnoskie et al. (2006) en experimentos de 4 y 35 años de historia respectivamente que también determinaron mayores índices de diversidad en las comunidades de malezas en los sistemas sin laboreo.

Considerando, tal como lo sugieren Wilsey y Stirling (2007), la diversidad estimada a través del Índice de Shannon-Wiener es el resultado de las interacciones competitivas entre las especies componentes de los enmalezamientos, nuestros resultados sugieren que existen importantes diferencias en la composición de los enmalezamientos o que las especies componentes no tienen el mismo orden de jerarquía en las habilidades competitivas en sistemas con o sin laboreo. También estas consideraciones se retoman más adelante al analizar la composición de los enmalezamientos.

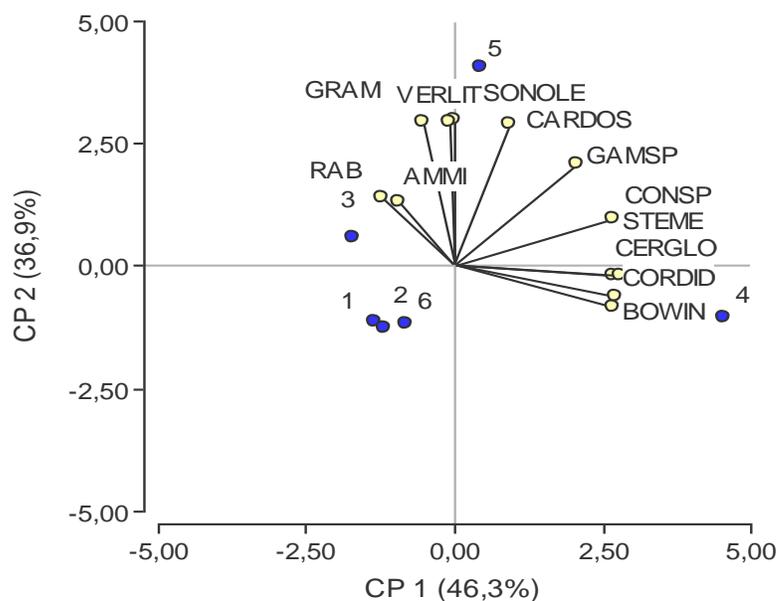
La inclusión de la pastura en la secuencia no tuvo igual efecto en la diversidad que lo visto en el caso de la riqueza. En este caso sólo el tratamiento con inclusión de pastura en régimen de cero laboreo aparece con los mayores valores mientras la misma secuencia en laboreo convencional Rot-LC (T3) resulta con valores aún menores a los de los tratamientos AC-SD (T6) o AC-SD (T4)

Podría interpretarse en función de las tendencias discutidas que la inclusión de la pastura constituyó el mayor efecto en la diferenciación de la riqueza de especies y que el factor de mayor efecto en el caso de la diversidad fue el laboreo.

4.2. COMPOSICIÓN DE LOS ENMALEZAMIENTOS ASOCIADOS A LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS

Si bien a partir de los índices presentados, es posible identificar algunas características asociadas a los enmalezamientos de las distintas secuencias, no es posible diferenciar entre tratamientos en la medida en que, en función de la naturaleza de los datos, fundamentalmente el bajo número de repeticiones, no pudo aplicarse análisis estadístico a estos indicadores.

En el intento de profundizar en el análisis de las asociaciones entre enmalezamientos y tratamientos, se realizó un análisis de componentes principales con la información de las determinaciones de las especies de malezas y su abundancia considerando la evaluación de invierno 2010 e invierno 2011 en forma promediada (Figura No.3) y por separado (Figura No. 4)



Fuente: Infostad 2011

Figura No. 3: Biplot correspondiente al análisis de componentes principales realizado con las densidades de las especies de malezas (promedio de las fechas del 14/07/2010 y 30/07/2011) para los tratamientos estudiados.

Como puede verse en la figura este primer análisis en el que se consideró el promedio de las dos evaluaciones, el componente principal 1 explicó el 46% de variabilidad total estimada y al considerar además el componente 2 (CP2) se logró explicar el 83% de la misma.

La correlación cofenética obtenida con estos datos (0,97) indica una distorsión pequeña entre las dimensiones multivariadas y el plano obtenido, resultando éste en consecuencia un buen resumen del fenómeno estudiado.

El agrupamiento de tratamientos definido por estos dos primeros componentes indicó que la composición de las comunidades de malezas se aglomeran según existiera pastura en la secuencia y en función del tratamiento 4 de soja continua.

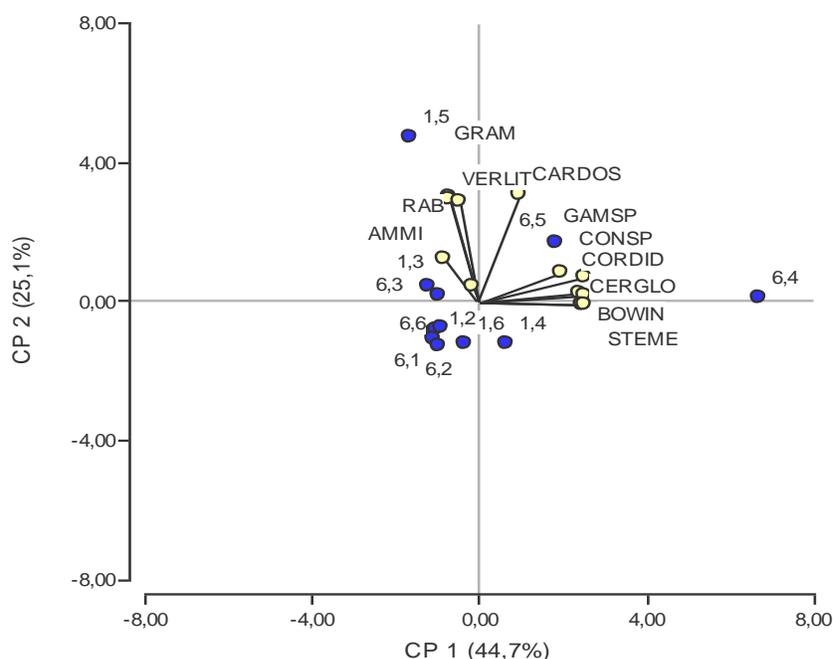
El componente principal 2 (CP2) diferencia los tratamientos con secuencia cultivo-pasturas (T3 y T5) de los restantes tratamientos en agricultura continua.

El análisis de los autovectores permitió distinguir las especies *Verbena litoralis*, *Sonchus oleraceus* y los grupos de Gramíneas y Cardos, con coeficientes de 0,48, 0,48, 0,47 y 0,49 respectivamente como las especies de malezas más importantes en la determinación de grupos según dicho componente.

En el caso del primer eje (CP1) la agrupación de los tratamientos responde fundamentalmente al grupo de las latifoliadas invernales *Coronopus didymus*, *Conyza* sp. *Stellaria media*, *Cerastium glomerata*, *Bowlesia incana* para las que los coeficientes de los autovectores resultaron de 0,39; 0,41; 0,41; 0,41; 0,4 respectivamente y que distinguen al tratamiento T4 de los restantes grupos.

En función de estos resultados, parecería que el sistema de laboreo no presenta asociación con la composición de los enmalezamientos, a diferencia de lo que se discutiera para la riqueza y la diversidad de los enmalezamientos. Por el contrario, en este caso el factor que diferencia las comunidades de malezas resulta claramente la secuencia.

El segundo análisis en el que se intentará la agrupación para los tratamientos diferenciados por fecha de evaluación, arrojó resultados similares aunque la proporción de la variabilidad total explicada por CP1 y CP2, en este caso, fue menor al 70% figura No.4



Fuente: Infostad 2011

Figura No. 4: Biplot correspondiente al análisis de componentes principales realizado con las densidades de las especies de malezas para los tratamientos estudiados.

La correlación cofenética obtenida con los datos del segundo análisis (0,91) también indica una distorsión pequeña, sólo algo mayor a la observada en el análisis anterior entre las dimensiones multivariadas y el plano obtenido.

Las especies de malezas responsables de la diferenciación de tratamientos resultan aproximadamente iguales tanto para el eje del CP1 como para el eje del CP2.

Cabe destacar una mayor similitud en el caso del agrupamiento de tratamientos en el eje CP2 que en el eje CP1. Las mismas especies de malezas (cardos, gramíneas, *Verbena litoralis* y *Sonchus oleraceus*) siguen agrupando los tratamientos de secuencia agricultura-pastura incluyendo tanto la evaluación del 2010 como la del 2011.

En relación a las latifoliadas invernales aparece alguna variante, fundamentalmente asociada a la contribución de *Gamochaeta* sp. Esta especie que tuviera presencia significativa en el AC-SD (T4) tanto en el 2010 como en el 2011, también fue relevada en forma apreciable en el tratamiento Rot-SD (T5) aunque sólo en

la evaluación del 2011. Esta especie es posiblemente la mayor responsable de las variaciones, aún mínimas, que se observan entre los dos biplot.

Buscando complementar el presente análisis, se presentan y discuten a continuación los resultados de algunos de los análisis de varianza realizados. Cabe aclarar que si bien se efectuaron muestreos periódicos y toda la información fue procesada estadísticamente utilizando análisis de varianza, se presentaron sólo aquellos que puedan contribuir a la interpretación de los resultados.

Como se viera anteriormente, el análisis componentes principales agrupó los tratamientos con secuencia agricultura-pastura en función principal de las malezas (*Sonchus oleraceus*, *Verbena litoralis*, Gramineas y Cardos).

Tanto *Sonchus oleraceus* como *Verbena litoralis* estuvieron ausentes o en muy baja densidad en varios de los tratamientos, razón por la cual no pudo realizarse análisis de varianza para estas malezas en las que muchas de las observaciones eran ceros.

En las figuras No. 5 y 6, se muestran los promedios estimados para *S.oleraceus* y *V.litoralis* respectivamente en las fechas del 14/07/2010 y 26/08/2010 que fueran las únicas fechas en las que se encontraron presentes al menos en un tratamiento.

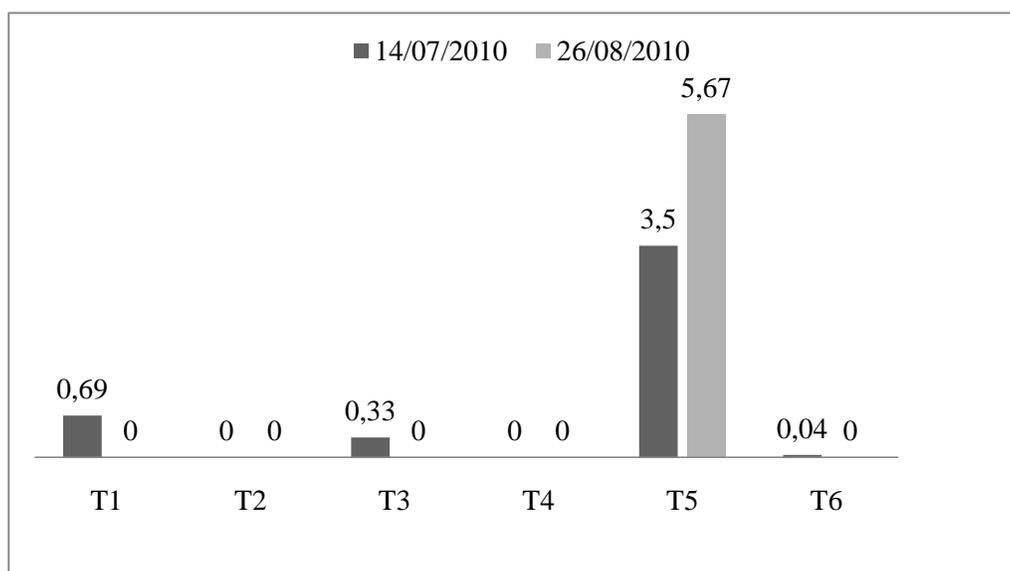


Figura No. 5: *Sonchus oleraceus* en todos los tratamientos y en las 2 fechas 14/07/2010 y 26/08/2010

Como se ve *S.oleraceus* (cerraja) aparece asociada particularmente con el tratamiento T5 de secuencia agricultura-pastura sin laboreo. En el intento de explicar esta asociación podría considerarse que tal como se sostiene en la bibliografía las especies con dispersión por viento, como lo es el caso *S.oleraceus*, presentan adaptabilidad al sistema de cero laboreo con rastrojo en superficie, en el supuesto que el rastrojo funciona como “trampa” de los papus. Por otra parte en el tratamiento Rot-SD (T5), además de tener régimen de laboreo cero, se presenta una importante proporción del tiempo en pastura, etapa durante la cual el control de *S.oleraceus* es más dificultoso que cuando se incrementan las oportunidades con cultivos.

El caso de *V. litoralis* es muy similar al de cerraja aunque en esta especie la asociación se da fundamentalmente con la secuencia, independientemente del régimen de laboreo. Es posible que la explicación también tenga relación con la menor disponibilidad de opciones como de oportunidades en el caso de las pasturas.

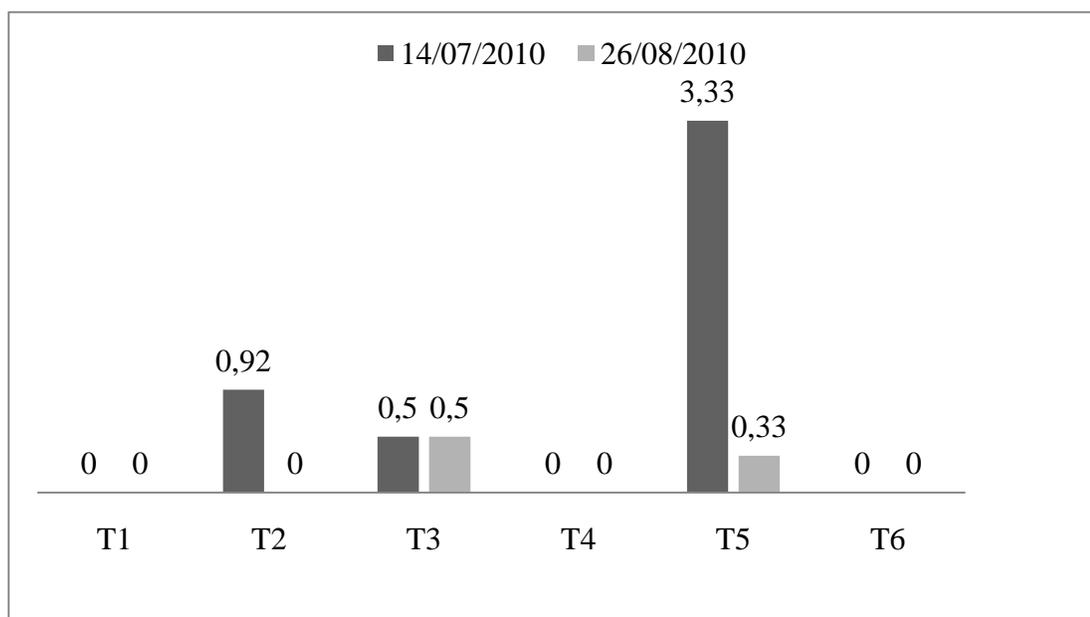


Figura No. 6: Verbena litoralis en todos los tratamientos para las fechas del 14/07/2010 y 26/08/2010

También en el caso de las gramíneas, los numerosos ceros en varios tratamientos impidieron realizar el ANAVA en la fecha del 14/07/2010. Sin embargo, sí fue posible este procesamiento en las fechas del 16/11/2010 y al 30/06/2011.

En ambas fechas, el ANAVA detectó efecto muy significativo ($p= 0,0001$) de tratamientos en gramíneas, y la separación de medias destacó la predominancia de estas especies en los tratamientos con secuencia de agricultura-pastura (cuadro No. 4).

Cuadro No. 4: Efecto de los tratamientos estudiados en la densidad de gramíneas (pl.m²) para las evaluaciones del 16/11/2010 y 30/06/2011.

Trat	16/11/2010	Trat	30/06/2011
5	64,25 A	3	17,03 A
3	49,58 AB	5	7,09 A
6	25,75 AB	6	2,60 AB
2	21,67 ABC	1	0,00 B
4	5,25 C	2	0,00 B
1	0,5 C	4	0,00 B

Como se observa en el cuadro, los resultados corroboran la fuerte asociación del componente gramínea con los tratamientos Rot-SD (T5) y Rot-LC (T3).

Parece interesante destacar del mismo cuadro el comportamiento del AC-SD (T6), que no se diferencia en este análisis de los tratamientos Rot-SD (T5) y Rot-LC (T3) y claramente del tratamiento AC-LC (T1) en la evaluación de noviembre. Considerando que T6 y T1 tienen la misma secuencia y solo se diferencian en el régimen de laboreo, estos resultados estarían corroborando las afirmaciones encontradas en la bibliografía, que establece que el cero laboreo incrementa la contribución de especies de malezas gramíneas.

En relación al grupo de latifoliadas invernales que distinguiera al AC-SD (T4) los análisis de varianza del 14/07/2010, en el que no se incluyeran los tratamientos Rot-SD (T5) y Rot-LC (T3) y de las fechas del 16/11/2010 y del 30/06/2011 que si incluyeran los tratamientos Rot-SD (T5) y Rot-LC (T3) también corroboran la asociación mencionada.

En el cuadro siguiente en el que se resume la información para las tres fechas mencionadas puede verse que el AC-SD (T4) es el tratamiento en agricultura continúa que presenta siempre la mayor contribución de estas especies aunque no haya diferencia significativa con el tratamiento AC-SD (T6).

Cuadro No. 5: Efecto de los tratamientos estudiados en la densidad de latifoliadas invernales (pl.m²) para las evaluaciones del 14/07/2010, 16/11/2010 y 30/06/2011

Trat	14/07/2010	Trat	16/11/2010	Trat	30/06/2011
4	4,62 A	5	10,16 A	5	9,93 A
6	3,75 A	3	7,75 AB	4	2,77 AB
1	0,68 B	4	2,00 AB	6	1,44 AB
2	0,37 B	6	0 B	3	1,00 AB
		1	0 B	2	0 B
		2	0 B	1	0 B

Resulta destacable la elevada contribución de estas especies en los tratamientos Rot-SD (T5) y Rot-LC (T3) en las evaluaciones del 16/11/2010 y 30/06/2011. Cabe aclarar que los resultados del 16/11/2010 no debieran llamar la atención en la medida en que las densidades estimadas en los tratamientos con agricultura y particularmente el AC-SD (T4) que aparece con menores densidades que Rot-SD (T5) y Rot-LC (T3) son residuales a los tratamientos herbicidas utilizados en cultivo o en barbecho mientras que la pastura no recibió tratamiento alguno lo cual los hace poco comparables. Una vez más, la gran diferencia a destacar es la que se observa entre el T4 y los restantes tratamientos de agricultura continua (T6, T1 y T2).

En la determinación del 30/06/2011 que fuera realizada antes de la aplicación de los herbicidas destaca el T5 que, aun sin diferencias con el AC-SD (T4), muestra una alta contribución de estas especies de malezas. Como ya fuera comentado al discutir los resultados del análisis de discriminantes esto tuvo relación con la densidad de *Gamochaeta* sp. estimada en el Rot-SD (T5) determinando algún grado de similitud al AC-SD (T4).

El caso de este grupo de malezas latifoliadas, que pueden ser consideradas como un grupo de malezas problemáticas, incluyendo varias con dificultades de control con fuerte asociación a la secuencia soja-soja en cero laboreo merece algunos comentarios.

En primer lugar, podría considerarse que la asociación comentada es lo esperable puesto que en forma frecuente, la secuencia soja – soja sin cultivo de invierno y con barbecho largo resulta promotor del enmalezamiento y particularmente promotor de especies complicadas de difícil control (Fernández, 2011). Por último, a modo de comentarios, se cree de interés destacar algunas particularidades observadas en los restantes tratamientos de agricultura continúa, el T1, T2 y T6.

En el Cuadro a continuación se seleccionó la información de algunas especies de malezas sobre las que aún no se realizaron comentarios y que mostraron alguna variación entre los tratamientos de agricultura continua.

En el cuadro No. 6 se observaron en mayores densidades en el laboreo convencional. Los resultados del presente estudio parecen coincidentes con lo dicho anteriormente, presentándose infestaciones notorias sólo en el tratamiento T1.

Cuadro No. 6: Valores promedio para las fechas 14/07/2010 y 30/06/2011 para las especies presentes en los tratamientos T1, T2, T4 y T6.

	Cony sp.	Rabano	Sida sp.	Cerast	B. incana	Stellaria media	Lolium	Gam. sp	Balango	H. Ancha	Gram
1	0,00	1,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,75	0,00
2	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	2,88	0,00
4	1,46	0,04	0,00	12,33	0,79	2,54	0,00	2,38	0,00	21,79	0,00
6	1,50	0,04	0,00	0,00	0,29	0,96	0,00	1,92	0,00	6,63	0,17
1	0,00	2,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	27,69	0,00	1,19	66,21	4,36	4,49	0,00	0,00	0,00	58,08	0,46
6	0,00	0,00	12,45	0,46	0,00	0,46	22,17	0,00	2,31	12,92	2,32

El tratamiento AC-SD (T2) se destaca como un tratamiento con bajo enmalezamiento invernal, lo cual puede verse claramente analizando los totales de hojas anchas y gramíneas en las dos fechas.

El tratamiento AC-SD (T6) aparece con valores intermedios en su densidad de hojas anchas invernales y se destaca por el aporte de gramíneas. Por el contrario balango y raigras sólo fueron observados en este tratamiento. Esta particularidad que además pudo corroborarse en otras fechas de muestreo merecen profundizar estudios en el tema en consideración de la importancia de la problemática de estas dos especies gramíneas en la producción de cereales de invierno.

5. CONCLUSIONES

La inclusión de la pastura en la secuencia constituyó el mayor efecto en la diferenciación de la riqueza de especies y el régimen de laboreo en la diversidad.

Los enmalezamientos con los mayores valores de riqueza correspondieron a los tratamientos T3 y T5 de secuencia agricultura-pastura y el tratamiento con el menor valor de diversidad, estimada por el Índice de Shannon-Wiener, fue el tratamiento de agricultura continua con régimen de laboreo convencional.

El análisis multivariado realizado permitió explicar hasta el 83% de la variabilidad total estimada en la composición de los enmalezamientos e independientemente del régimen de laboreo discriminó claramente comunidades de malezas asociadas a la secuencia agricultura-pastura y a la secuencia con soja continua.

Las malezas de mayor responsabilidad en la diferenciación de la composición de los enmalezamientos en la secuencia agricultura-pastura fueron las gramíneas, cardos, *Sonchus oleraceus* y *Verbena litoralis*

Las malezas de mayor responsabilidad en la diferenciación de la composición de los enmalezamientos en la secuencia soja continua fueron las latifoliadas invernales como ser *Coronopus didymus*, *Conyza* sp. *Stellaria media*, *Cerastium glomerata*, *Bowlesia incana*.

6. RESUMEN

El presente estudio se realizó en un experimento de largo plazo instalado en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (E.E.M.A.C.) de la Facultad de Agronomía, departamento de Paysandú durante el período julio 2010 a julio 2011. Tuvo por objetivos estudiar los enmalezamientos asociados con cuatro secuencias de cultivos y dos regímenes de laboreo. Los tratamientos (T1 se corresponde con laboreo convencional rotando sin pasturas, T2 es con siembra directa rotando sin pasturas con gramíneas estivales, T3 es con laboreo convencional rotando con pasturas, T4 se corresponde con siembra directa sin pastura con agricultura continua soja – soja, T5 hace referencia a siembra directa rotando con pastura y por último el T6 que se realiza con siembra directa rotando sin pastura con agricultura continua) se dispusieron en un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Las determinaciones consistieron en muestreos estratégicos durante el período mencionado, en las que se procedió al conteo individualizado por especie de maleza. Con la información obtenida de los muestreos, se calcularon indicadores fitosociológicos de la riqueza y diversidad (Índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson) y se procesaron ANAVAS y análisis multivariados. Los resultados mostraron que la inclusión de la pastura en la secuencia constituyó el mayor efecto en la diferenciación de la riqueza de especies y el régimen de laboreo en la diversidad. Los enmalezamientos con mayores valores de riqueza se correspondieron con los tratamientos T3 y T5 y el tratamiento con el menor valor de diversidad estimado fue el tratamiento correspondiente a agricultura continua con régimen de laboreo convencional. El análisis multivariado permitió explicar hasta el 83% de la variabilidad total estimada en la composición de los enmalezamientos e independientemente del régimen de laboreo discriminó claramente las comunidades de malezas asociadas a la secuencia agricultura – pastura y a la secuencia con soja continua. *Sonchus oleraceus*, *Verbena litoralis*, cardos y gramíneas son las de mayor responsabilidad en la diferenciación de la composición de los enmalezamientos en la secuencia agricultura – pastura. Las latifoliadas invernales como ser *Coronopus didymus*, *Conyza* sp. *Stellaria media*, *Cerastium glomerata*, *Bowlesia incana* fueron las que tuvieron la mayor responsabilidad en la diferenciación en la composición de los enmalezamientos en la secuencia soja continua. Por último los ANAVAS realizados corroboraron las tendencias observadas en el análisis multivariado.

Palabras clave: Laboreo; Rotación; Herbicida.

7. SUMMARY

The present study is based on a long-term research, which took place in “Dr. Mario A. Cassinoni” Experimental Station (E.E.M.A.C.) that belongs to the College of Agronomy, located in Paysandú, and lasted from July 2010 to July 2011. Its main goals were to analyse those weeds associated with four cropping sequences and two tillage systems. The treatments (T1 is related to conventional tillage rotating without pastures; T2, to direct sowing rotating without summer graminea pastures; T3, to conventional tillage rotating with pastures; T4, to non pastures direct sowing with soya-soya constant agriculture; T5, to direct sowing rotating with pastures; finally, T6, to direct sowing rotating without pastures and with constant agriculture) were placed in Random Complete Blocks with three repetitions. Determinations consisted on strategic samplings during the named period, in which it was proceeded to individualized counting by sort of weed. With the information gathered from those samplings, phytosociological indicators of richness and diversity (Diversity index by Shannon-Wiener and Simpson) were calculated, as well as A.N.A.V.A. and multivariate analysis took place. Results showed that the inclusion of pastures in the sequence meant the greatest effect in species richness differentiation, and the tillage system, in diversity. Weeds with higher richness values were related to treatments T3 and T5, and the one with the lowest estimated grade of diversity was that related to constant agriculture with conventional tillage system. Multivariate analysis enabled to explain up to 83% of the estimated total variability in weed composition, and, independently of tillage systems, clearly discriminated those weed communities that were related to pasture-agriculture and constant soya sequences. *Sonchus oleraceus*, *Verbena litoralis*, thistles and graminea are the most implicated in differentiation of weed composition in agriculture-pasture sequence. Winter broadleaves, such as *Coronopus didymus*, *Conyza* sp. *Stellaria media*, *Cerastium glomerata*, *Bowlesia incana*, had greater responsibility in differentiation of weed composition in constant soya sequence. Finally, the A.N.A.V.A. calculated proved the observed tendencies in multivariate analysis.

Key words: Tillage; Rotation; Herbicide.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ANDERSON, R. L. 2005. A multi-tactic approach to manage weed population dynamics in crop rotations. *Agron. J.* 97:1579–1583.
2. BUHLER, D.D. 1995. Influence of tillage systems on weed population dynamics and management in corn and soybean in the Central USA. *Crop Sci.* 35:1247–1258.
3. BUNTING, A.H. 1960. Some reflections on the ecology of weeds. In: Harper, J. L. ed. *The biology of weeds.* Oxford, Blackwell. 256 p.
4. DALE, M.R.T.; THOMAS, A. G.; JOHN, E. A. 1992. Environmental factors including management practices as correlates of weed community composition in spring seeded crops. *Can. J. Bot.* 70: 1931–1939.
5. DEMJANOVÁ, E.; MACÁK, M.; ČALOVÍŮ, I.; MAJERNÍK, F.; TÝR, S.; SAMANTAN, J. 2009. Effects of tillage systems and crop rotation on weed density, weed species composition and weed biomass in maize. *Agron. Res.* 7(2): 785-792.
6. DERKSEN, D.A.; THOMAS, A.G.; LAFOND, G.F.; LOEPPKY, H.A.; SWANTON, C.L. 1993. Impact of agronomic practices on weed communities; tillage systems. *Weed Sci.* 41:409–417
7. _____.;_____.;_____.;_____.;_____. 1995. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. *Weed Res.* 41: 311-320
8. DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; GUZMAN A.W. 2002. A Multiple Comparisons Method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *J Agr. Biol. Environ.Stat.* 7(2): 1-14.
9. DOUCET, C.; WEAVER, S. E.; HAMILL, A. S.; ZHANG. J. 1999. Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity. *Weed Sci.* 47:729–735.
10. FERNANDEZ, G.; VILLALBA, J. 1999. Problemática de malezas en cero laboreo. In: *Curso de Actualización para Profesionales (1999, Paysandú, Uruguay). Siembra sin laboreo de cultivos y pasturas.* Montevideo, Facultad de Agronomía. 1 disco compacto

11. _____.; CADENAZZI, M. 2002. Efectos del regimen de laboreo y la secuencia de cultivo en el enmalezamiento. In: Congreso Brasileiro da Ciencia das Plantas Daninhas (23°. , 2002, Gramado, RS). Anales. Porto Alegre, s.e. s.p.
12. _____. 2011. Estrategia del manejo para la problemática actual de malezas en Uruguay. In: Simposio de la Agricultura (2°. , 2011, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Hemisferio Sur. pp. 3-8.
13. FRICK, B.L., THOMAS, A.G. 1993. Influence of tillage systems on weed abundance in southwestern Ontario. *Weed Technol.* 7: 699-705.
14. FROUD-WILLIAMS, R. J.; DRENNAN, D. S. H.; CHANCELLOR, R. J. 1981. Potencial changes in weed flora associated with reduced cultivation systems in cereal production in temperate regions. *Weed Res.* 21: 99-109
15. _____.; RIOS, A.; GIMÉNEZ, A. 1992. Ecofisiología de malezas. *Inv. Agron.* 1: 157-166.
16. FRYER, J.D.; CHANCELLO, R.J. 1970. Herbicides and our changing weeds, in the flora of a changing Britain. *Bot. Soc. Brit. Isles Report.* 11: 105-118.
17. GARCÍA TORRES, L.; FERNÁNDEZ QUINTANILLA, C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid, Mundi- Prensa. 348 p.
18. GONZALEZ-ANDUJAR, J.L.; FERNÁNDEZ QUINTANILLA, C.; NAVARRETE, L. 2006. Population cycles produced by delayed density dependence in an anual plant. *Am. Naturalist.* 168(3): 318-322
19. GRIME, J.P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Am. Naturalist.* 111: 1169-1194.
20. _____. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. México, Limusa. 291 p.
21. HERNANDEZ-PLAZA, E.; KOZAK, M.; NAVARRETE, L.; GONZALEZ-ANDUJAR, J.L. 2011. Tillage system did not affect weed diversity in a 23-year experiment in mediterranean dryland. *Ecosyst. Environ.* 140: 102-105

22. LEGERE, A.; SAMSON, N. 2004. Symposium Tillage and weed management effects on weeds in barley–red clover cropping systems. *Weed Sci.* 52(5): 881-885.
23. _____.; STEVENSON, F.C.; BENOIT, D.L. 2005. Diversity and assembly of weed communities; contrasting responses across cropping systems. *Weed Res.* 45: 303–315.
24. LIEBMAN, M.; DYCK, E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecol. Appl.* 3: 92–122.
25. MARSALL, E.J.P.; BROWN, V.K.; BOATMAN, N.D.; LUTMAN, P.J.W.; SQUIRE, G.R.; WARD, L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Res.* 43: 77–89
26. MAS, M.T.; VERDÚ, A.M.C. 2003. Tillage system effects on weed communities in a 4-year crop rotation under mediterranean dryland conditions. *Soil Tillage Res.* 74: 15-24
27. MENGE, B.A.; SUTHERLAND, J.P. 1987. Community regulation: variation in disturbance, competition, and predation in relation to environmental stress and recruitment. *Am. Naturalist.* 130: 730-757
28. MORTIMER, A.M.1990. The biology weeds. *In*: Hance, R.J.; Holly; K. eds. *Weed control handbook; principles.* 8th ed. Oxford, Blackwell Scientif Publications. pp. 1-42.
29. _____. 1996. La clasificación y ecología de las malezas. (en línea). *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo.* no. 120: s.p. Consultado 10 oct. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/T1147S00.htm>
30. PAPA, J. C. 2004. Malezas tolerantes y resistentes a herbicidas. INTA expone 2004. (en línea). Balcarce, INTA. Consultado 25 set. 2011. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/noticias/intaexpone/auditorioubaldogarcia/malezas.pdf>
31. PURICELLI, E.; TUESCA, D.; FACCINI, D.; NISENSOHN, L.; VITTA, J. I. 2005a. Análisis en los cambios de la densidad y diversidad de malezas en rotaciones con cultivos resistentes a glifosato en Argentina. *In*: Seminario Taller-Iberoamericano Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos (2005, Colonia del Sacramento). Ponencias. Colonia, INIA. 1 disco compacto.

32. _____.; _____. 2005b. Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos de cultivos resistentes a glifosato. *Agriscientia*. 22 (2): 69-78.
33. RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.S. 1997. *Weed ecology; implications for vegetation management*. New York, Wiley. 589 p.
34. RIOS, A.; GIMÉNEZ, A. 1992. Ecofisiología de malezas. *Inv. Agron*. 1: 157-166.
35. _____. 2003. Factores determinantes de la evolución florística en sistemas de rotación. In: *Simposio 40 años de Rotaciones Agrícolas – Ganaderas (2003, Montevideo, Uruguay)*. Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 25-35 (Serie Técnica no. 134).
36. SIEMENS, L.B. 1963. Cropping systems; an evaluative review of literature. Manitoba, Canada, University of Manitoba. Faculty of Agriculture and Home Economics. pp. 101-111 (Bulletin No. 1).
37. SMITH, M.D.; KNAPP, A.K.; COLLINS, S.L. 2009. A framework for assessing ecosystem dynamics in response to chronic resource alterations induced by global change. *Ecology*. 90 (12): 3279–3289
38. SOSNOSKIE, L.M.; HERMES, C.P.; CARDINA, J. 2006. Weed seedbank community composition in a 35-yr-old tillage and rotation experiment. *Weed Sci*. 54 (2): 263-273.
39. SWANTON, C.J.; MURPHY, S.D. 1996. Weed science beyond the weeds. The role of integrated weed management (IWM) in agroecosystem health. *Weed Sci*. 44:437–445.
40. TEASDALE, J.R.; MOHLER, C.L., 1993. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agron J*. 85: 673-680
41. THOMAS, W. L. 1956. *Man's role in changing the face of the earth*. Chicago, University of Chicago. pp 180-193.
42. TØRRENSEN, K.S.; SKUTERUD, R.; TANDSAETHER, H. J.; BREDESEN, M.; HAGEMO, M. B. 2003. Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals. I. Effects on weed flora, weed seedbank and grain yield. *Crop Prot*. 22:185–200.

43. URZÚA, F. 2000. Manejo de malezas y dinámica de sus poblaciones en cultivos bajo labranza de conservación. (en línea). In: Internacional Symposium on Conservation Tillage (2000, Mazatlan, México).Proceedings. Ames, Iowa, USA, MIAC. NRPC. pp.1-9 . Consultado 20 oct. 2011. Disponible en <http://www.agcon.okstate.edu/isct/labranza/soria/MALEZAUZRUA.doc>.
44. WILSEY, B.; STIRLING, G. 2007. Species richness and evenness respond in a different manner to propagule density in developing prairie microcosm communities. *Plant Ecol.* 190:259-273
45. ZIMDHAL, R.L. 1980. Weed crop competition; a review. Corvallis, OR, USA, Oregon State University. International Plant Protection Center. 196 p.

9. ANEXOS

ANEXO 1: Correspondiente al número de malezas promedio utilizado para la realización del análisis de componentes principales.

Fecha y Trat	SONOLE	CORDID	CONSP	VERLIT	RAB	GRAM	CERGLO	BOWIN	STEME	CARDOS	GAMSP
1.1	0,69	0,19	0,00	0,00	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.2	0,00	0,13	0,38	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
1.3	0,33	0,00	1,00	0,50	1,33	43,00	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00
1.4	0,00	0,71	1,46	0,00	0,04	0,00	12,33	0,79	2,54	0,00	2,38
1.5	3,50	0,67	1,33	3,33	4,33	48,50	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00
1.6	0,04	0,13	1,50	0,00	0,04	0,00	0,00	0,29	0,96	0,00	1,92
6.1	0,00	0,00	0,00	0,00	2,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6.3	0,00	0,00	4,17	0,00	9,26	19,17	16,20	0,00	0,00	0,00	0,46
6.4	0,00	9,75	27,69	0,00	0,00	0,00	66,21	4,36	4,49	0,73	7,93
6.5	0,00	0,00	15,10	0,00	0,00	42,13	13,74	0,00	1,85	1,42	13,17
6.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,56	0,46	0,00	0,46	0,00	0,00