

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE DIFERENTES COBERTURAS DE INVIERNO
ANTECESORAS A LA SIEMBRA DE MAÍZ EN LA DINÁMICA DEL
ENMALEZAMIENTO

por

Eloísa DÁVILA MALZONI
Natalia ELDUAYEN ROSTAN

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2015

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Dra. Grisel Fernández

Ing. Agr. Guillermo Siri

Ing. Agr. Lorena Scaglia

Fecha:

10 de agosto de 2015

Autores:

Eloísa Dávila Malzoni

Natalia Elduayen Rostan

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. Lorena Scaglia por su gran disposición.

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

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

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. EL MAÍZ Y SU DEPENDENCIA FRENTE AL CONTROL DE MALEZAS.....	2
2.2. EFECTOS DE CULTIVOS DE COBERTURA EN EL ENMALEZAMIENTO.....	3
2.3. EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN EN EL ENMALEZAMIENTO.....	13
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
3.1. LOCALIZACIÓN.....	15
3.2. TRATAMIENTOS.....	15
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
3.4. MANEJOS REALIZADOS EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.....	16
3.5. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	17

3.6. CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL PERÍODO EXPERIMENTAL.....	18
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	19
4.1. PRIMERA DETERMINACIÓN (18/10/2013).....	19
4.2. SEGUNDA DETERMINACIÓN (23/12/2013).....	22
4.3. TERCERA DETERMINACIÓN (15/01/2014).....	27
4.4. CUARTA DETERMINACIÓN (10/05/2014).....	28
4.5. QUINTA DETERMINACIÓN (19/09/2014).....	31
5. <u>CONCLUSIONES</u>	35
6. <u>RESUMEN</u>	36
7. <u>SUMMARY</u>	38
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	39

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tratamientos del experimento.....	16
2. Fechas de determinaciones a campo.....	17
3. Labores en el período de evaluación según fecha.....	18
4. Tamaño del enmalezamiento (No. malezas.m ⁻²) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 11 días pos aplicación de glifosato para matar las coberturas.....	21
5. Tamaño de enmalezamiento y su grado de desarrollo para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 11 días pos aplicación de glifosato para matar las coberturas.....	23
6. Tamaño de enmalezamiento (No. malezas.m ⁻²) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 19 días pos aplicación de glifosato y 18 días pos siembra de maíz con aplicación de atrazina.....	24
7. Producción final de materia seca de las distintas coberturas para el año 2013.....	25
8. Tamaño de enmalezamiento (No. malezas.m ⁻²) y su grado de desarrollo para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 19 días pos aplicación de glifosato y 18 días pos siembra de maíz con aplicación de atrazina.....	27
9. Tamaño de enmalezamiento (No. de malezas.m ⁻²) y su grado de desarrollo para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 20 días pos aplicación de glifosato y 4 días pos siembra de coberturas.....	29
10. Producción de materia seca final para las distintas coberturas en el año 2014.....	34

11. Tamaño de enmalezamiento (No. de malezas/m ²) y su grado de desarrollo para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 136 días pos siembra de coberturas y 46 días pos aplicación de glifosato únicamente en barbechos.....	35
--	----

Figura No.

1. Precipitaciones mensuales ocurridas en el período del experimento y media 2002-2014 (mm.mes ⁻¹).....	19
2. Densidad de malezas (No. malezas.m-2) diferenciado por grupo en estado vegetativo (V) y reproductivo (R) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 11 días pos aplicación de glifosato para matar las coberturas	23
3. Malezas totales (No. malezas.m-2) y No. de <i>Echinochloa colona</i> (No. malezas.m-2) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 19 días pos aplicación de glifosato y 18 días pos siembra de maíz con aplicación de atrazina.....	26
4. Densidad de malezas (No. malezas.m-2) diferenciado por grupo en estado vegetativo (V) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 42 días pos aplicación de glifosato y 41 días pos siembra de maíz con aplicación de atrazina.....	28
5. Densidad de malezas (No. malezas.m-2) diferenciado por grupo en estado vegetativo (V) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 20 días pos aplicación de glifosato y 4 días pos siembra de coberturas.....	30
6. Densidad (No. malezas.m ⁻²) de <i>Gamochaeta spicata</i> presente para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 20 días pos aplicación de glifosato y 4 días pos siembra de coberturas.....	32
7. Densidad de malezas (No. malezas.m-2) diferenciado por grupo en estado vegetativo (V) y reproductivo (R) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 136 días pos siembra de	

coberturas y 46 días pos aplicación de glifosato únicamente en barbechos.....	33
--	----

1. INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de la implementación de los planes de uso y manejo de suelo enmarcados en la reciente ley de conservación de suelos (No. 18564) se constata actualmente en el país, un sostenido incremento del área de cultivos de coberturas invernales.

La siembra de este tipo de cultivos ha demostrado constituir una estrategia de importante utilidad en la disminución de los riesgos de erosión de suelos en numerosas situaciones, y por tanto es considerada como una herramienta de importancia para el logro de sistemas productivos sustentables.

Por otra parte, existen algunas evidencias respecto a posibles beneficios también a nivel del manejo de los enmalezamientos. Dependiendo de la especie utilizada y su manejo se han comprobado efectos tanto en la densidad como en la composición del enmalezamiento con impactos en el cultivo sembrado post-cobertura (Teasdale 1996, Bàrberi y Mazzoncini 2001).

Efectos de este tipo pueden ser trascendentes en sistemas con inclusión de maíz, cultivo de alta sensibilidad a la interferencia de malezas, en el que el rendimiento depende fuertemente de la eficacia de los controles alcanzados.

En consideración de lo expuesto se entendió de interés la realización del presente estudio que tuvo por objetivos determinar los efectos de 5 coberturas invernales (arveja, avena, raigrás, trébol alejandrino y triticale) en la dinámica del enmalezamiento invernal y en cultivo de maíz, con y sin fertilización.

Los objetivos específicos son: determinar si las coberturas y la fertilización afectan el total de especies en el enmalezamiento, determinar si las coberturas y la fertilización afectan la composición de especies en el enmalezamiento y determinar si las coberturas afectan el grado de desarrollo de las especies del enmalezamiento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EL MAÍZ Y SU DEPENDENCIA FRENTE AL CONTROL DE MALEZAS

El maíz es el cultivo de verano que presenta la mayor respuesta al control de malezas. Ríos y Giménez (1992) mencionan que para un promedio de años la respuesta fue alrededor de 135% en maíz bajo control adecuado.

Cuando la competencia es ejercida por una comunidad vegetal integrada por especies gramíneas y latifoliadas, el máximo período de interferencia tolerado por el cultivo, sin afectar su rendimiento, se produce antes de la 6ª u 8ª hoja. En caso de predominar gramíneas, el proceso de competencia para especies anuales se produce con mayor intensidad previamente al desarrollo completo de la 4ª hoja y en el caso de las perennes puede manifestarse con anterioridad (Cepeda y Rossi, 2003).

La competencia por nutrientes, agua, espacio y radiación solar en etapas tempranas del cultivo de maíz es crítica. Existen evidencias que la calidad de la luz juega un papel importante en la definición del potencial competitivo futuro, ya que inicialmente se captura la señal de competencia por diferencia en la relación rojo/rojo lejano. La presencia de vegetación alrededor de la plantas de maíz determina que desarrolle características de plantas sombreadas. Esto se podría provocar por la presencia de malezas en etapas tempranas del cultivo, afectando el rendimiento final (Rajcan et al., 2004).

Esto reafirma la importancia del control temprano de malezas para impedir alta relación aéreo/raíz, determinando desventajas frente a condiciones de estrés hídrico, y porque los cambios en la calidad de la luz que recibe el maíz puede provocar cambios en la orientación de hojas y arquitectura de planta.¹

¹ Villalba, J. 2014. Malezas maíz y sorgo; teórico (sin publicar)

2.2. EFECTOS DE CULTIVOS DE COBERTURA EN EL MANEJO DEL ENMALEZAMIENTO

Con un sistema predominante de monocultivo de verano, se deja un barbecho muy largo en la época con mayor riesgo de erosión. La utilización de cultivos de cobertura durante este período, normalmente improductivo, permite mantener el suelo cubierto, reciclar nutrientes y produce un nuevo ingreso de rastrojo al sistema (Ernst, 2004).

Los sistemas predominantes en el Uruguay basados en agricultura continua con siembra directa, con rotación soja- barbecho o maíz-barbecho, la pérdida de materia orgánica y carbono es constante, por lo tanto se propone la utilización de cultivo de cobertura para cambiar la tendencia actual. ²

El mantenimiento de un nivel adecuado de materia orgánica es un factor importante en la sustentabilidad de los sistemas de producción, dada su relación con las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo. De acuerdo con la cantidad y calidad de los rastrojos que se descomponen en la superficie del suelo, el mismo deberá mantener un equilibrio entre los procesos de entrada y salida de carbono para que el sistema sea sustentable a largo plazo (Ormeño et al., 2001).

Los cultivos de cobertura se definen como aquellos que crecen específicamente para mantener el suelo cubierto, protegiéndolo de la erosión, evitando la pérdida de nutrientes por lavado y escurrimiento y, en caso de ser leguminosa, incorporando N al sistema (Bastos et al., 2007).

El suelo es susceptible a la erosión cuando no hay cobertura del suelo o rastrojo en la superficie. Un cultivo de cobertura, ofrece cobertura vegetal durante los períodos en que un cultivo comercial no está presente para amortiguar la fuerza de las gotas de lluvia; de otro modo se desprenden partículas del suelo y comienza el proceso de erosión (Hartwig y Ammon, 2002).

² Ernst, O.; Siri-Prieto, G. 2013. Rotaciones 1; teórico (sin publicar).

Lal et al. (1991) también establecen que los cultivos de cobertura, tienen capacidad para reducir la erosión del suelo y la lixiviación de nitratos e incrementar la tasa de infiltración de agua del suelo, el contenido de materia orgánica del suelo y la disponibilidad de nutrientes. Es debido a estas cualidades que pueden desempeñar un papel importante en la agricultura sostenible.

Hartwig y Ammon (2002) afirman que también disminuye la velocidad de escurrimiento, mejorando así la infiltración de agua y con esta la humedad en el suelo, lo que finalmente resulta en la mejora de la productividad del suelo. La siembra directa y otras prácticas de labranza de conservación, combinadas con cultivos de cobertura pueden reducir significativamente las pérdidas de la escorrentía y la erosión del suelo (Langdale y Leonard 1983, Hartwig 1988). La disminución del escurrimiento de agua superficial reduce la pérdida de nutrientes y pesticidas por esta vía (Hall et al. 1984, Ruttimann 2001).

Cuanto más anclados se encuentren los residuos mayor será su efecto, porque existen conductos a través de los que el agua puede entrar más rápido al suelo; esos conductos son fisuras y rajaduras que ocupaban raíces y que fueron cediendo espacio al morir y descomponerse. Los residuos en la superficie ofrecen resistencia al escurrimiento superficial, dando más oportunidad a la infiltración; este efecto es mayor cuanto mayor sea la masa de residuos sobre la superficie. Además los residuos de las raíces y de partes aéreas pueden incorporarse al suelo como sustrato para los organismos del suelo que al transformarlos producen agregados estructurales estables y espacios o poros en el suelo, lo que mejora las posibilidades de infiltración (Onstad y Voorhees, 1987).

Los cultivos de cobertura mejoran la estructura del suelo, la labranza, y la capacidad de retener el agua, y reduce la posibilidad de contaminación ambiental de los fertilizantes nitrogenados (Danso et al., 1991). Teasdale (1996), Sarrantonio et al. (2003) también afirman que los cultivos de cobertura reducen la erosión del suelo, incrementan la infiltración de agua, retienen el agua, mejoran la estructura del suelo y favorecen la supresión de malezas.

Schertz (1988), destaca que la presencia de un 30% de residuos en superficie disminuye un 50% la erosión eólica e hídrica en comparación a un suelo sin cobertura. En general la bibliografía es consistente en señalar que la

presencia de residuos tiene mayor efecto en reducir la erosión antes que el escurrimiento (Steiner, 1994).

Los efectos de la cobertura del suelo son mayores, cuanto mayor es la cantidad de residuos y cuanto más acostados (cubriendo más suelo) se encuentren. Con un sistema de laboreo que resulte en un 30% o más de la superficie cubierta por residuos al momento de la siembra, genera una importante reducción del proceso de erosión y puede lograr algún efecto de mayor disponibilidad de agua para los cultivos de verano (García Préchac, 1992).

Como establecían Danso et al. (1991), mencionando líneas anteriores los cultivos de cobertura pueden reducir la posibilidad de contaminación ambiental por el exceso de nitrógeno. Los altos niveles de nitratos en las aguas subterráneas, debido a la lixiviación de nitrógeno de la zona radicular del cultivo, representan una pérdida de un recurso necesario para la producción de cultivos. Al realizar estos cultivos en invierno se está disminuyendo las posibles pérdidas de nitrato por lixiviación ya que actúan como cultivo trampa. Esta práctica es más efectiva si se realiza con siembras tempranas, debido a que permite capturar más tempranamente los excedentes de nitrato en suelo (Mac Donald et al., 2004), En estos casos las coberturas de gramíneas son más efectivas que las de leguminosas (Sainju et al., 1998).

Odland et al. (1938), pudieron observar que en donde existió un cultivo de cobertura se sufrió menos la falta del agua que en donde no se utilizó un cultivo de cobertura.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el principal problema de la utilización de cultivos de coberturas, es el uso del agua ya que, si no existe recarga del perfil durante el período de barbecho posterior al cultivo de cobertura, podría transformarse en una limitante para el cultivo siguiente (Corak et al. 1991, Stute et al. 1995). El efecto de la cobertura de rastrojo es eliminado si el agua se pierde desde del suelo por transpiración (Bastos et al., 2007). El manejo de barbecho debe tender a conservar el agua, reduciendo la evaporación (cobertura con rastrojo) y eliminando la transpiración (control de malezas).

Cuando se realiza agricultura continua o secuencias largas de cultivos, no ingresa nitrógeno al sistema por fijación simbiótica y si lo hace es con balance negativo, surgiendo así la hipótesis de que las leguminosas como cultivos de cobertura logran mantener el suelo cubierto e incrementar el ingreso de nitrógeno al sistema.

Los cultivos de cobertura compuestos por leguminosas tienen el potencial para la fijación de nitrógeno, por lo cual una parte estará disponible para cultivos de altos requerimientos de nitrógeno, como lo es el caso de maíz (Hartwig y Ammon, 2002). Existe una importante variación estacional en la fijación biológica de nitrógeno presentando valores máximos en invierno y mínimos durante el verano (Sawchik, 2001).

Los residuos con alta relación C/N constituyen un sustrato para el crecimiento de microorganismos. Sin embargo la cantidad de N necesaria para descomponer volúmenes importantes de rastrojo es limitante. Por lo tanto los microorganismos provocan una inmovilización parcial del N que luego se libera a fines del barbecho quedando disponible para el cultivo. Estos procesos se modifican en función de factores ambientales como la temperatura, humedad y ubicación del rastrojo (Ormeño et al., 2001).

La velocidad de descomposición de residuos y los productos finales de la descomposición, dependen entre otros factores de la calidad de dichos residuos. Esta depende fundamentalmente de la relación carbono/nitrógeno (C/N) y del tipo de hidratos de carbono que presenta en su constitución (Ormeño et al., 2001).

La cubierta de raigrás tiene una descomposición lenta debido a la alta relación C / N y mantiene el suelo cubierto por más tiempo (Balbinot Jr. et al., 2007), liberando lentamente los compuestos alelopáticos

Morgan et al. (1942) documentaron la capacidad de los cultivos de cobertura de gramíneas para reducir la lixiviación de nitratos y otros nutrientes de la zona radicular. En cuanto a los cultivos de cobertura leguminosos, aportan nitrógeno orgánico al suelo aunque pueden utilizar el nitrógeno del suelo disponible. Por lo tanto, para el uso de diferentes cultivos de cobertura se deberá tener en cuenta estas características.

Los cultivos de cobertura de leguminosas fijan el nitrógeno de la atmósfera, lo que puede reducir la necesidad de fertilizantes nitrogenados. Los residuos de dicha cobertura que quedan en el campo son más altos en contenido de nitrógeno que residuos de gramíneas. La descomposición de los mismos libera algo de este nitrógeno para el uso de los cultivos siguientes resultando en un beneficio (Kroontje y Kehr 1956, Mitchell y Teel 1977, Ebelhar et al. 1984, Hargrove 1986, Fox y Piekielek 1988), pudiendo disminuir el agregado de nitrógeno inorgánico, sin reducir el rendimiento del cultivo (Hartwig y Ammon, 2002). Pero Haystead y Marriot (1978) llegaron a la conclusión de que se produce una transferencia significativa de nitrógeno sólo cuando los cultivos de leguminosas alcanzan la madurez o cuando está estresado por la sombra y la defoliación. El factor determinante en la contribución total de nitrógeno de un cultivo de cobertura es la cantidad de materia seca producida por el cultivo de cobertura (Friburgo y Johnson 1955, Holderbaum et al. 1990). Hay evidencia de que el exceso de nitrógeno en el suelo será utilizado por las legumbres para suprimir su propia fijación de nitrógeno (Danso et al., 1991).

Según Masoller et al. (2008) en general los cultivos de invierno mostraron baja recuperación aparente del N proveniente del residuo de las leguminosas, pasando buena parte de éste al pool de N orgánico del suelo. En cambio en los cultivos de verano la descomposición del residuo se vio acelerada, y existió una buena sincronización entre la demanda de nitrógeno por el cultivo y la oferta de nitrógeno por parte del suelo.

La muerte de un cultivo o maleza que está creciendo permite que se inicie la descomposición de los residuos orgánicos subterráneos y cesa la absorción de N-NO₃ y agua (Ernst, 2000).

La tasa de descomposición de la biomasa depende de factores tales como la composición física y química de los residuos, el clima, la ecología microbiana del suelo y prácticas agronómicas. Residuos de los cultivos de cobertura pueden interferir con la transferencia de calor y el agua entre el suelo y el aire, y la penetración de la luz a la superficie del suelo, influenciando así tanto a las malezas como a los cultivos en crecimiento (Liebl et al. 1992, Teasdale y Daughtry 1993a, Teasdale y Mohler 1993b).

Como ya se mencionó, la presencia de rastrojos de los cultivos de cobertura en la superficie del suelo puede resultar en una mayor disponibilidad de la humedad del suelo (Liebl et al. 1992, Teasdale y Mohler 1993) para el

establecimiento de malezas. Los rastrojos de los cultivos de cobertura han demostrado que suprimen la emergencia de algunas especies de malezas más que otras (Teasdale, 1996).

Los cultivos de cobertura se han utilizado para suprimir las malezas en maíz, con el objetivo de reducir la dependencia de los herbicidas (Teasdale et al. 1991, Hoffman et al. 1993, Burgos y Talbert 1996). El grado de supresión de malezas por el cultivo de cobertura depende en gran parte de las especies de cultivos de cobertura y el sistema de manejo. En un sistema de cobertura muerta, el control de malezas depende de la capacidad del cultivo de cobertura para suprimir las malezas mientras se encuentra en crecimiento activo y el efecto residual de rastrojo de cultivo de cobertura después de la senescencia. Otros han informado de que la supresión es generalmente más eficaz cuando se implementa en un sistema integrado (Williams et al., 1998), quien establece que dosis inferiores a las recomendadas son eficaces ya sea por menor densidad de enmalezamiento o menor grado de desarrollo de las malezas presentes, o por ambas cosas.

Los cultivos de cobertura pueden suprimir las malezas a través de la supresión física, la competencia por los recursos, o alelopatía (Putnam y DeFrank 1983, Teasdale y Daughtry 1993, Creamer et al. 1996). Factores tales como calidad de la luz e intensidad, temperatura del suelo y humedad afectan a la germinación de las semillas de malezas y son a su vez influenciados por la cobertura de residuos vegetales en la superficie del suelo (Teasdale y Mohler 1993, Creamer et al. 1996).

Los cultivos de cobertura presentan capacidad para suprimir las malezas, reduciendo su emergencia y crecimiento mediante impedancia física, reducción en la transmisión de luz a la tierra, y la disminución de las fluctuaciones de temperatura del suelo diarios (Mohler y Teasdale 1993, Teasdale y Mohler 1993) o la producción de compuestos alelopáticos (Putnam 1988, Weston 1996).

La alelopatía se ha descrito como, la producción de la planta de productos bioquímicos que pueden impedir la germinación de semillas y el crecimiento, en ausencia de competencia por los recursos (Einhellig, 1994). Estos productos bioquímicos, o aleloquímicos, se liberan de las plantas a través de la volatilización, lixiviación, exudación de la raíz, y la degradación de la

planta durante el crecimiento activo, así como de residuos de la planta (Weir et al., 2004). De esta manera, los cultivos de cobertura proporcionan supresión de malezas durante el crecimiento y continúan proporcionando un nivel de supresión después de quemar la cobertura (Price y Norsworthy, 2013).

La presencia de coberturas vivas anuales invernales ayudará al control de malezas y puede prevenir o retrasar la invasión de nuevas malezas que de otro modo podrían convertirse en un problema en la siembra directa del cultivo de maíz (Hartwig, 1977, 1989). El centeno (*Secale cereale*), raigrás (*Lolium spp.*), y el trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum L.*) son alelopáticos y ayudan a suprimir o controlar las malezas.

El potencial alelopático de los residuos de los cultivos de cobertura después del secado depende de la velocidad de descomposición y el tipo de rastrojo que queda en el suelo, así como la población de las especies de malezas (Tokura y Nobrega, 2006).

Un número de clases de aleloquímicos, incluyendo los ácidos fenólicos, cumarinas y glucosinolatos, se han identificado en las especies de cultivos de cobertura (Vyvyan, 2002). Aunque los medios específicos de la inhibición de la planta mediante muchos aleloquímicos apenas están empezando a ser entendidos, el potencial alelopático de una serie de cultivos de cobertura es evidente en varios estudios (Burgos y Talbert 2000, Khanh et al. 2005, Norsworthy et al. 2005, Price et al. 2008, Walters y Young 2008).

Además de la alelopatía, los cultivos de cobertura pueden suprimir la germinación de semillas y crecimiento de malezas por modificaciones al microambiente del suelo por los propios residuos vegetales (Masiunas et al., 1995).

Los cultivares varían en la cantidad de compuestos alelopáticos producidos (Czarnota et al. 2003, Singh et al. 2003), y, del mismo modo, las diversas especies de malezas y los cultivos se muestran diferentes o nulos en cuanto a susceptibilidad a los aleloquímicos específicos (Labrada, 2008).

Aunque a menudo se ha informado que las especies de cultivos de cobertura y el manejo de residuos tienen un efecto selectivo sobre las especies de malezas (Schonbeck et al. 1991, Ilnicki y Enache 1992, Teasdale 1996, Blum et al. 1997), se ha prestado poca atención a sus efectos en la dinámica de la

comunidad de malezas. Esta información podría ser muy útil en la predicción de la nueva composición de la comunidad de malezas bajo cultivos de coberturas integrados al sistema de manejo de malezas.

Según Bàrberi y Mazzoncini (2001) la abundancia de malezas en maíz continuo es influenciada por el sistema de manejo, mientras que la diversidad de especies de malezas es influenciada tanto por el sistema de manejo y el tipo de cultivos de cobertura. El manejo y el tipo de cultivo de cobertura generan un cambio de la composición de especies, por lo que la elección de las especies de cultivos de cobertura basadas únicamente en el potencial de la supresión de malezas directa de la especie puede ser engañosa.

Según Akemo et al. (2000) tratamientos de cultivos de cobertura no tuvieron efecto sobre la composición de especies de malezas.

Bàrberi y Mazzoncini (2001) no observaron interacciones significativas entre el sistema de manejo de los cultivos y el tipo de cultivos de cobertura con la biomasa de cultivos de cobertura y biomasa, densidad, y cobertura de las malezas. Pero según Teasdale (1996), existe una alta correlación entre la reducción de la biomasa de malezas y la biomasa del cultivo de cobertura. Moraes et al. (2009) no encontraron diferencias significativas en número de malezas según distintas coberturas de invierno.

Las diferencias en la supresión de malezas observadas a la fecha de matar el cultivo de cobertura no persistieron en el estadio de cuarta hoja del cultivo de maíz posterior. Los cultivos de cobertura no redujeron la densidad total de malezas 3 a 4 semanas después de la siembra de maíz, independientemente de año y sistema de manejo (Bàrberi y Mazzoncini, 2001). Los cultivos de cobertura generalmente no proporcionan un control adecuado de las malezas en todo la estación de crecimiento del cultivo de maíz (Teasdale, 1996), y los herbicidas de postemergencia se utilizan a menudo para limitar el desarrollo de malezas, independientemente del sistema de labranza (Mohler 1991, Yenish et al. 1996).

El éxito en el control de malezas logrado por leguminosas se atribuye principalmente a la producción de biomasa, que sombrea a las malezas impidiendo su germinación, pero al tener una baja relación C/N se descomponen muy rápidamente en comparación con otros cultivos de cobertura, como brassica y gramíneas, lo que puede reducir su potencial para el

control de malezas aún más en la estación de crecimiento (SARE, 2007). Se ha observado que las malezas que crecen en cultivos puros como centeno, son generalmente más cortas en altura que el cultivo, mientras que las malezas que crecen en arveja pura son tan altas o más altas que ésta (Akemo, 1998). Esto sugiere que el sombreado fue un factor determinante en la supresión de malezas por el cultivo de arveja. Mayor supresión de malezas por la mezcla de centeno y arveja puede ser debida a una competencia más intensa por la humedad del suelo y nitrógeno, y / o una mayor actividad alelopática.

Los cultivos de cobertura que pueden cerrar su canopia a principios de temporada suelen ser mejores en la supresión de malezas (Brennan et al., 2011).

Una mezcla de especies de cultivos de cobertura con características de crecimiento complementarios, como una leguminosa y otra que no sea leguminosa, podrían incrementar el control de malezas en comparación con una sola especie, por medio de mayor cobertura global de dicho cultivo, descomposición de la biomasa acumulada, degradación apropiada de residuos producidos, y un amplio espectro de actividad alelopática (Creamer y Bennett, 1997).

Las mezclas son a menudo más eficientes que los monocultivos en la captura de la luz, el agua y los nutrientes, lo que puede contribuir a una mayor productividad de la biomasa en las mezclas de cultivos de cobertura frente a los monocultivos, y sugiere que las mezclas pueden ser más competitivas con las malezas. En la práctica, la supresión de malezas por mezclas de cereales y leguminosas puede estar más estrechamente relacionado con la presencia de las especies de cereales competitivamente dominantes, que por la diversidad de la mezcla, per se (Liebman y Dyck, 1993). En consecuencia, muchos estudios sugieren que las mezclas de cereales-leguminosas a menudo suprimen las malezas mejor que un monocultivo de leguminosa, pero inferior o equivalente a un monocultivo de cereal (Mohler y Liebman 1987, Akemo et al. 2000, Brennan y Smith 2005, Poggio 2005, Brainard et al. 2011). La capacidad supresora de malezas por mezclas de cereales y leguminosas puede que esté estrechamente relacionada con la proporción relativa de las especies de cereales (Hayden et al., 2012).

El propósito de usar un cultivo de cobertura anual de invierno para el manejo de malezas es producir residuos vegetales para crear un ambiente

desfavorable para la germinación de malezas y su establecimiento (Teasdale, 1996). Residuos de cultivos cobertura generalmente proporcionan el control específico de especie de malezas durante el crecimiento del cultivo de principios de temporada (Teasdale, 1996). Además, como huéspedes alternativos para las plagas y enfermedades de importancia económica, las malezas de invierno pueden servir también como " puentes biológicos " de una estación de crecimiento a la siguiente (Norris y Kogan 2005, Wisler y Norris 2005), el fomento de nematodos parásitos de plantas y patógenos de plantas, virus, así como sus vectores de insectos en algunos casos (Duffus 1971, Groves et al. 2001, Creech et al. 2007).

Aunque los cultivos de cobertura suprimen y / o reemplazan las especies de malezas anuales de invierno de difícil manejo durante principios de la primavera, los residuos de cultivos de cobertura no proporcionan el control total de malezas en los cultivos de verano (Teasdale, 1996). Por lo tanto, la eliminación de herbicidas en los cultivos de verano no es una opción viable. Aparte de la mejora de la fertilidad del suelo y los beneficios de la productividad de los cultivos, las coberturas pueden complementar el control químico de malezas y reducir la entrada de herbicida al eliminar alguna aplicación de herbicida de pre-emergencia o post-emergencia (Akemo et al., 2000).

Teasdale et al. (1993) encontraron que el rastrojo de los cultivos de cobertura puede disminuir el número de semillas germinadas a profundidades del suelo que están en el umbral de germinación. Una capa gruesa de rastrojo puede no solo inhibir la emergencia por reducir la luz a un nivel por debajo del punto de compensación, sino que también provee una barrera física para ser superada antes de que se agoten las reservas de la semilla.

La investigación que ha explorado las interacciones entre los cultivos de cobertura y herbicidas, otras prácticas de manejo, o una combinación de estos factores ha mostrado resultados mixtos que van desde la ausencia de interacciones a antagonismo con alto sinergismo. Los cultivos de cobertura han demostrado antagonizar la actividad de los herbicidas (Teasdale 1993, Burgos y Talbert 1996). Otras investigaciones han demostrado que a pesar del aumento de interceptación de herbicida por los residuos del cultivo de cobertura, el control de malezas puede aún mejorarse combinando herbicidas con altas tasas de residuos en la superficie (Teasdale et al., 2005).

El manejo integrado de cultivos puede ser una estrategia de manejo económicamente viable diseñado para controlar de forma sinérgica las malezas y otras plagas, manejar la fertilidad del suelo y promover la conservación del suelo y agua (Elmore 1996, Swanton y Murphy 1996).

Un sistema basado en la cobertura del suelo verde, ya sea permanente (cobertura viva) o presente durante el establecimiento del cultivo como rastrojo, tiene aspectos ambientales positivos, suprime las malezas, favorece los depredadores, y puede reducir las enfermedades y problemas de insectos. Los sistemas de cultivo con un cultivo de cobertura vivo no sólo suprimen ciertas malezas, sino también resulta en un cambio en la diversidad de las mismas, lo cual puede reducir o prevenir la aparición de malezas resistentes a los herbicidas (Hartwig y Ammon, 2002).

2.3. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL ENMALEZAMIENTO

El valor del N total, básicamente N orgánico, en el suelo es el resultado de un balance de entradas, fundamentalmente fertilización y fijación biológica de nitrógeno (FBN) y salidas, como la erosión de la materia orgánica, el lavado de nitratos, la volatilización de amonio, la desnitrificación y el retiro de productos vegetales y/o animales (Masoller et al., 2008).

En un estudio realizado por Evans et al. (2003) se establece que las reducciones del uso de nitrógeno pueden crear la necesidad de un manejo más intensivo de malezas. Un aumento en nitrógeno aplicado temprano en la estación de crecimiento amplió la tolerancia del maíz a la presencia de malezas, y esto puede ser explicado porque el nitrógeno incrementó la tasa de crecimiento del maíz a principios de temporada, ayudando oportunamente en la ampliación de la superficie de la hoja de maíz y la mejora de la capacidad de recuperación de los contenidos de nitrógeno foliar en maíz a los efectos de la interferencia de malezas (Evans, 2001).

El crecimiento del brote y de la raíz de todas las malezas aumentó con agregado de nitrógeno, pero la magnitud de la respuesta varía mucho entre las especies de malezas (Blackshaw et al., 2003).

En un estudio realizado por Kristensen et al. (s.f.) la fertilización nitrogenada incrementó la biomasa de malezas en 2 de 3 años, y también aumentó la biomasa de cultivos en 2 de 3 años, pero hay poca evidencia de que los efectos relativos de la densidad del cultivo y el patrón espacial de la supresión de malezas fueron influenciados por la fertilización nitrogenada.

En una investigación realizada por Sweeney et al. (s.f.) se demuestra que la aplicación de fertilizantes nitrogenados en primavera aumenta el nitrógeno inorgánico total del suelo y el crecimiento de malezas, pero la influencia del nitrógeno sobre la emergencia de malezas depende de las especies de malezas, fuente de semillas y las condiciones ambientales. Cuando se realizan aplicaciones de fertilizante nitrogenado se incrementa la biomasa de malezas en comparación con la no aplicación de éste.

Según Blackshaw y Brandt (s.f.) la respuesta de las malezas a la aplicación de nitrógeno varía según la sensibilidad de estas frente a los diferentes niveles de nitrógeno, aquellas que sean altamente sensibles a nitrógeno mejoran progresivamente al aumentar las dosis.

Mayores concentraciones de fertilizante en la solución del suelo pueden reducir la germinación de semillas de malezas, debido a estrés osmótico o toxicidad, similar a la lesión de las plántulas de maíz cuando el fertilizante se coloca directamente en la semilla, o muy cerca de esta (Hoeft et al., 2000).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El trabajo se realizó en el potrero 31 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).

Las determinaciones a campo se realizaron en el período comprendido entre el mes de octubre de 2013 a setiembre de 2014.

3.2. TRATAMIENTOS

El diseño experimental se ajusta a un modelo de parcelas divididas completamente al azar, con doce tratamientos los cuales constan de tres repeticiones cada uno, por lo tanto se evalúan treinta y seis parcelas. Cada parcela tiene un tamaño de 33 m².

Cuadro No. 1. Tratamientos del experimento

No.	Tratamiento
1	<i>X Triticosecale</i> - maíz con fertilización nitrogenada
2	<i>X Triticosecale</i> - maíz sin fertilización nitrogenada
3	<i>Lolium multiflorum</i> - maíz con fertilización nitrogenada
4	<i>Lolium multiflorum</i> - maíz sin fertilización nitrogenada
5	<i>Trifolium alexandrinum</i> - maíz con fertilización nitrogenada
6	<i>Trifolium alexandrinum</i> - maíz sin fertilización nitrogenada
7	Barbecho químico- maíz con fertilización nitrogenada
8	Barbecho químico- maíz sin fertilización nitrogenada
9	<i>Avena sativa</i> - maíz con fertilización nitrogenada
10	<i>Avena sativa</i> - maíz sin fertilización nitrogenada
11	<i>Pisium sativum</i> - maíz con fertilización nitrogenada
12	<i>Pisium sativum</i> - maíz sin fertilización nitrogenada

Las coberturas presentadas en el cuadro No. 1 presentan distribución completamente al azar, y la fertilización presenta distribución completamente al azar restrictiva, porque se ubican dentro de una parcela.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + \delta_{ik} + F_j + (CF)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk}: No. de malezas

μ: Media

C_i: Efecto cobertura

δ_{ik}: Error condicionado a parcela grande (coberturas)

F_j: Efecto fertilización nitrogenada

(CF)_{ij}: Interacción cobertura-fertilización

ε_{ijk}: Error condicionado a parcela chica (fertilización)

3.4. MANEJOS REALIZADOS EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DURANTE LA ETAPA EXPERIMENTAL

Las determinaciones a campo fueron realizadas en el período de un año (cuadro No. 2).

Cuadro No. 2. Fechas de determinaciones a campo

Determinación	Fecha
1	18/10/13
2	23/12/13
3	15/01/14
4	10/05/14
5	19/09/14

En éstas se identificaba cada especie, se contabilizaban y se determinaba su estado de desarrollo. Se realizaron cuatro muestreos de 0,9 m² en cada tratamiento

Los tratamientos estudiados incluyen una serie de manejo que se consideró importante detallar, puesto que fueron considerados al momento de discutir los resultados (cuadro No. 3).

Cuadro No. 3. Labores en el período de evaluación según fecha

Fecha	Manejo
23-26/04/2013	Siembra de coberturas y fertilización
07/10/2013	Aplicación de 1440 gr de equivalente ácido de glifosato
28/10/2013	Aplicación de starane 1l/ha (298 gr de principio activo/lt) a las parcelas de alejandrino
04/11/2013	Aplicación de 1440 gr de equivalente ácido de glifosato
05/12/2013	Siembra del cultivo de maíz+ 1kg ingrediente activo de atrazina
21/12/2013	Aplicación de urea según corresponde
16/01/2014	Aplicación de 900 gr de equivalente ácido de glifosato
21/04/2014	Cosecha maíz
21/04/2014	Aplicación de 1440 gr de equivalente ácido de glifosato
06/05/2014	Siembra Coberturas
04/08/2014	Aplicación de 1440 gr de equivalente ácido de glifosato en barbechos limpios

3.5. PROCESAMIENTO DE DATOS

Las variables establecidas fueron el número de todas las especies determinadas categorizadas según su grado de desarrollo, en vegetativo y reproductivo, y además se compusieron grupos de especies en función de caracteres de interés, los cuales resultaron en gramíneas estivales, gramíneas invernales, hoja ancha estival, hoja ancha invernal y *Cyperus spp.*, este último grupo se compone únicamente de una familia por presentar caracteres diferentes considerándose un graminoide.

3.6. CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE PERÍODO EXPERIMENTAL

Los datos climáticos correspondientes al período en el cual se realizó el experimento se encuentran a continuación (figura No. 1).

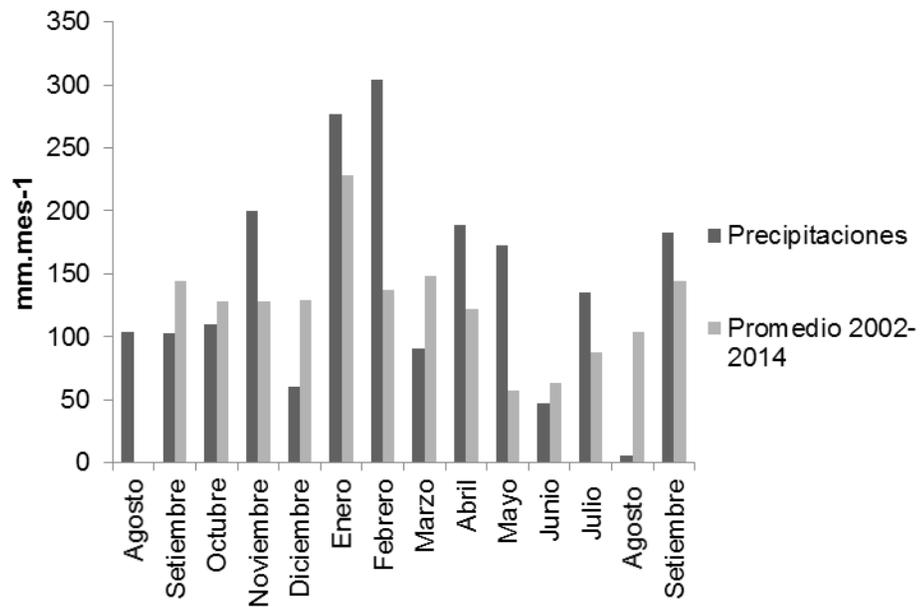


Figura No. 1. Precipitaciones mensuales ocurridas en el período del experimento y media 2002-2014 (mm.mes⁻¹)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los efectos de facilitar la discusión de los resultados se presentan y discuten los resultados agrupados por fecha de determinación donde se realiza un análisis general de los efectos de las distintas coberturas sobre el enmalezamiento.

4.1. PRIMERA DETERMINACIÓN (18/10/2013)

Esta primera fecha de determinación se realizó a 11 días de la aplicación de glifosato, realizado con el propósito de matar las coberturas vivas.

Los mayores efectos se observaron en las especies en estado vegetativo, no lográndose detectar ningún efecto significativo cuando se analizaron estas mismas especies en su estado reproductivo.

No se detectaron efectos debidos a la fertilización nitrogenada y los más claros efectos de las coberturas se observaron a nivel de los grupos gramíneas estival y hoja ancha estival, y también en el enmalezamiento total.

Como puede observarse en el cuadro No. 4 se constató una importante variación en las densidades de los enmalezamientos en las distintas coberturas. El menor enmalezamiento total, determinado en el raigrás, resultó sólo un 13,5% del que se estimó en el caso de triticale que fuera la cobertura con mayor densidad de malezas.

Cuadro No. 4. Tamaño del enmalezamiento (No. malezas.m⁻²) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 11 días pos aplicación de glifosato para matar las coberturas

Coberturas	No. de malezas
Triticale	340 A
Trébol alejandrino	315 A
Avena	151 AB
Arveja	118 AB
Barbecho	92 AB
Raigrás	46 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los tratamientos, triticale y trébol alejandrino difieren únicamente, según el test de separación de medias de raigrás. Las restantes coberturas tuvieron un comportamiento intermedio en el tamaño del enmalezamiento.

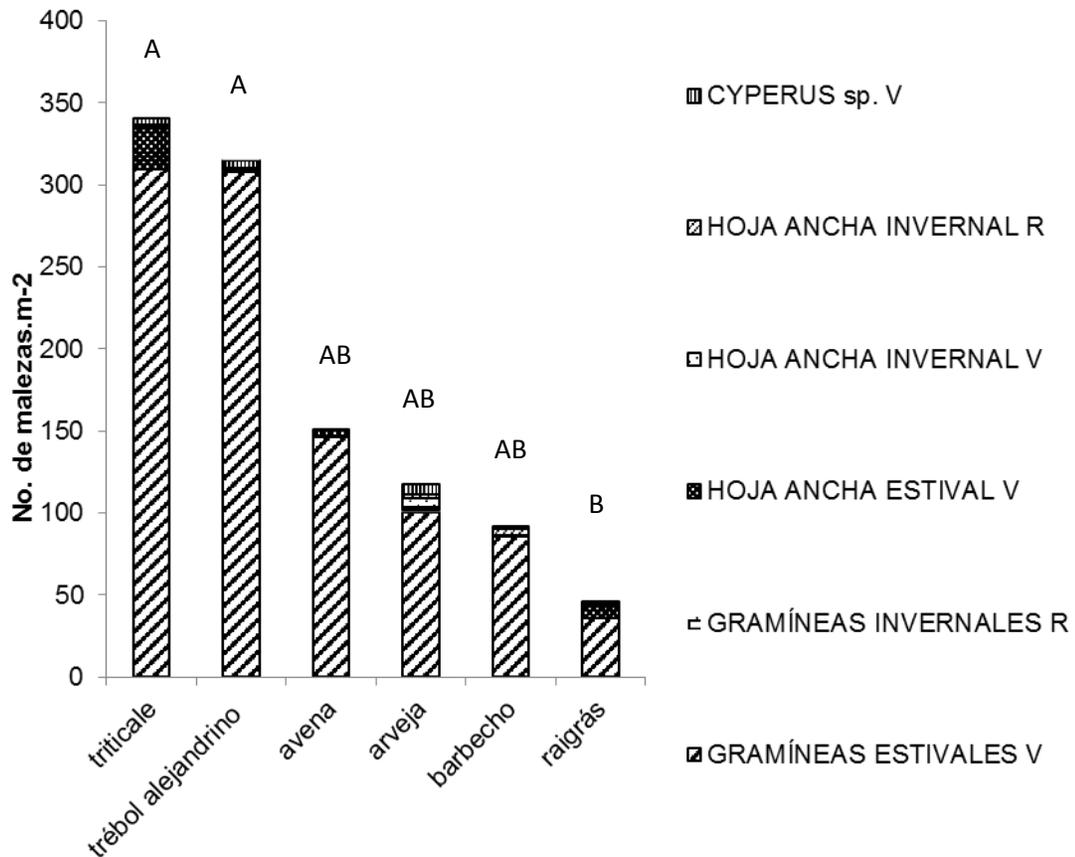
En cuanto a la variación de las densidades podría pensarse lógico el resultado si se manejan como hipótesis diferencias a nivel de los contrastes térmicos e hídricos operando a nivel del suelo. Triticale es el que tiene suelo más expuesto; y raigrás, habiéndose tratado con herbicida pocos días atrás, presenta una cantidad media de residuos cubriendo el suelo, lo cual determina menor contraste térmico e hídrico disminuyendo la ruptura de la dormancia de las semillas de las malezas. Por un lado es posible que se haya adelantado la aparición de enmalezamiento estival en las coberturas que a la fecha presentaban mayor proporción de suelo descubierto, lo que resulta en mayor exposición a la luz y mayores contrastes térmicos.

Se debe tener en cuenta que la cobertura de raigrás se encontraba viva hasta el momento de la determinación, debido a que la aplicación de glifosato no fue efectiva, afectando la dinámica del enmalezamiento

Además de detectar efecto significativo en cobertura en los grupos mencionados anteriormente, el análisis de varianza detecto diferencias en la

especie *Echinochloa colona*. Esta representó aproximadamente el 85% del enmalezamiento total. Este resultado difiere de los estudios de biología y relevamientos efectuados tiempo atrás en el país, en donde la indicaban como una especie menos abundante que *Digitaria sanguinalis* y de emergencia más tardía que ésta (Beceiro y Cairus, 1999).

A los efectos de mejorar este análisis se estudió además la composición por grupos de especies y la composición según grado de desarrollo de los enmalezamientos (figura No. 2).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura No. 2. Densidad de malezas (No. malezas.m-2) diferenciado por grupo en estado vegetativo (V) y reproductivo (R) para las distintas coberturas y el

barbecho en la determinación realizada 11 días pos aplicación de glifosato para matar las coberturas

Como puede apreciarse en la figura No. 2, los altos números de malezas en las coberturas de triticale y trébol alejandrino se relacionan mayormente con la presencia de gramíneas.

Entre estas coberturas no hubo un cambio en la composición de especies malezas. Existe un predominio de malezas estivales (92%), lo cual es esperable ya que hubo una aplicación de glifosato previo a la emergencia de estas, que eliminó las malezas de ciclo invernal.

En el cuadro No. 5 se presenta el análisis de los grados de desarrollo de los enmalezamientos determinados, donde se demuestra que efectivamente el enmalezamiento es de emergencia reciente.

Cuadro No. 5. Tamaño de enmalezamiento y su grado de desarrollo para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 11 días pos aplicación de glifosato para matar las coberturas

Coberturas	No. Total	% grado 1	% grado 2	% grado 3
Triticale	340	95,4	4,6	0,0
Trébol alejandrino	315	54,0	46,0	0,0
Avena	151	98,2	1,8	0,0
Arveja	118	57,7	37,0	5,3
Barbecho	92	98,9	1,1	0,0
Raigrás	46	84,0	16,0	0,0

Grado 1: 1-4 hojas; Grado 2: 4-8 hojas; Grado 3: más de 8 hojas

No hubo un cambio en la estructura del enmalezamiento ya que en todas las coberturas predomina la emergencia reciente, pero no es despreciable el elevado porcentaje de malezas en grado 2 en la cobertura de trébol alejandrino.

4.2. SEGUNDA DETERMINACIÓN (23/12/13)

Al igual que en la primer determinación, se encontraron efectos únicamente en malezas en estado vegetativo y fueron detectados en el total de

especies de malezas, en el grupo conformado por gramíneas estivales y en particular en la especie *Echinochloa colona*.

Cabe destacar que la densidad de enmalezamiento en esta determinación realizada con el cultivo de maíz presente, fue mínima, sustancialmente más baja que la anterior. Esto resulta lo esperable puesto que 49 días antes de la determinación se había aplicado glifosato y posteriormente, 16 días antes de esta determinación, al momento de la siembra de maíz, se aplicó atrazina. Este último herbicida presenta residualidad, disminuyendo la densidad de enmalezamiento durante algún tiempo.

En cuanto al efecto de la cobertura, y tal como puede apreciarse en el cuadro No. 6, la cobertura de arveja es la que presenta el menor número de malezas totales, diferenciándose únicamente del barbecho, mientras que las restantes coberturas presentan comportamiento intermedio.

Cuadro No. 6. Tamaño de enmalezamiento (No. malezas.m⁻²) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 19 días pos aplicación de glifosato y 18 días pos siembra de maíz con aplicación de atrazina

Coberturas	No. de malezas
Barbecho	13 A
Triticale	7 AB
Avena	7 AB
Raigrás	7 AB
Trébol alejandrino	4 AB
Arveja	1 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Estos resultados son esperables, ya que algunos autores (Bàrberi y Mazzoncini, 2001) establecen que el efecto residual de las coberturas en el enmalezamiento quedaría operando por períodos de hasta 21 días.

Este resultado puede ser explicado porque en las parcelas de arveja hubo mayor cantidad de materia seca que en el resto de las coberturas, 6706,8 Kg MS.ha⁻¹ en promedio en las parcelas de arveja (cuadro No. 7). Teasdale (1996) afirma que existe una alta correlación entre la reducción de la biomasa de malezas y la biomasa del cultivo de cobertura.

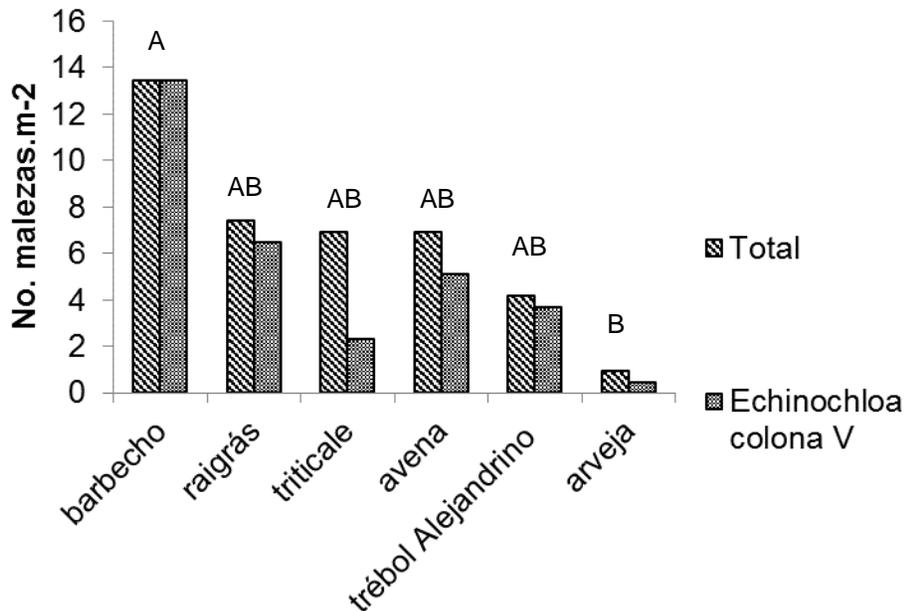
Cuadro No. 7. Producción final de materia seca de las distintas coberturas para el año 2013

COBERTURA	Kg/MS/ha
Arveja	6706,8
Avena	3727,2
Trébol alejandrino	3220,4
Triticale	2190,1
Raigrás	1012,3

A efectos de explicar el resultado obtenido, se plantea que la mayor cantidad de materia seca presente en las parcelas donde hubo coberturas vivas determina un mayor tiempo de descomposición, cubriendo por más tiempo el suelo, reduciendo la germinación e implantación de las semillas presentes en el suelo.

Por el contrario, los residuos que están presentes en el barbecho, cubren el suelo sin presentar gran contenido de materia seca, por lo cual es menor el tiempo de descomposición, provocando que en menor tiempo el suelo se encuentre descubierto, favoreciendo así el enmalezamiento.

El resultado a nivel de densidad de malezas totales en las distintas coberturas está determinado predominantemente por la presencia de *Echinochloa colona*, por lo cual no resulta llamativo que los efectos fueran detectados a nivel de esta maleza, en el grupo de las gramíneas estivales y en el total (figura No. 3).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura No. 3. Tamaño de enmalezamiento (No. malezas.m-2) y No. de *Echinochloa colona* (No. malezas.m-2) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 19 días pos aplicación de glifosato y 18 días pos siembra de maíz con aplicación de atrazina.

La predominancia de la especie *Echinochloa colona* en el enmalezamiento presente en esta determinación puede ser explicado, en parte, porque coincide con la época en que ocurre el mayor flujo de emergencia de esta especie maleza. También podría estar explicado porque en secuencias con frecuente utilización de glifosato como único herbicida, se viene constatando un incremento de población que aparentemente presenta un grado de tolerancia.³

No se detectó efecto significativo de la fertilización del cultivo en ningún grupo o especie estudiada.

En el cuadro No. 8 se presenta la estructura o composición por grado de desarrollo del enmalezamiento determinado. Esta se encuentra conformada mayormente por especies malezas en los primeros estadios de desarrollo

³ Fernández, G. 2015. Com. personal.

(grado 1), a excepción del barbecho el que presenta un 97% de malezas en estados de mayor desarrollo (grado 2).

Cuadro No. 8. Tamaño de enmalezamiento (No. malezas.m⁻²) y su grado de desarrollo para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 19 días pos aplicación de glifosato y 18 días pos siembra de maíz con aplicación de atrazina

Coberturas	No. Total	% grado 1	% grado 2	% grado 3
Barbecho	13	3	97	0
Avena	7	67	33	0
Triticale	7	60	40	0
Raigrás	7	100	0	0
Trébol alejandrino	4	56	44	0
Arveja	1	100	0	0

Grado 1: 1-4 hojas; Grado 2: 4-8 hojas; Grado 3: más de 8 hojas

Estos resultados también pueden tener su explicación en los efectos residuales de las coberturas. En el barbecho, la menor cantidad de materia seca y la rápida descomposición lograda por la efectividad del herbicida, permitió la aparición anticipada de las malezas, determinando un mayor grado de desarrollo a la misma fecha en comparación a las otras coberturas.

4.3. TERCERA DETERMINACIÓN (15/01/2014)

Esta determinación fue realizada 1 día antes de la aplicación de glifosato (), con el objetivo de determinar si seguía existiendo efecto de cobertura en el cultivo de maíz sembrado el 05/12/2013.

En esta fecha de evaluación no se detectó efecto de tratamiento en ningunas de las variables estudiadas. Observando los promedios de los tratamientos (figura No. 4) parecen existir diferencias marcadas entre algunos tratamientos. Podría pensarse que el alto coeficiente de variación (29,33%) en esta estimación haya dificultado la detección de los efectos de los tratamientos.

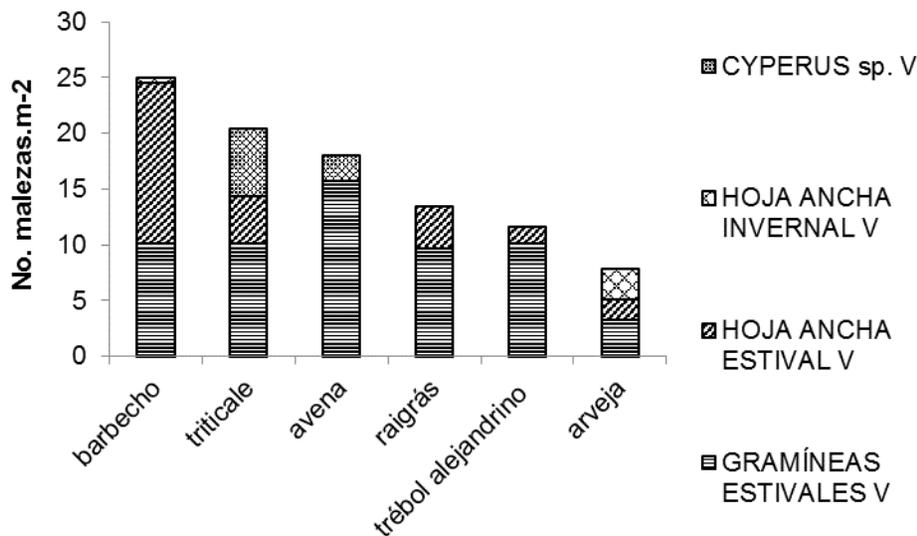


Figura No. 4. Densidad de malezas (No. malezas.m-2) diferenciado por grupo en estado vegetativo (V) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 42 días pos aplicación de glifosato y 41 días pos siembra de maíz con aplicación de atrazina.

Tal es así que cuando se analizó el contraste entre las coberturas de arveja y barbecho, siendo estas los extremos en densidad de malezas, se detectaron diferencias significativas en el grupo de hojas anchas estivales ($p=0,0264$) y en el total ($p=0,0399$).

Resulta lo esperable que el barbecho tuviera más malezas que la cobertura de arveja manteniendo la tendencia observada en las determinaciones anteriores. De cualquier manera se destaca una reducción en

las diferencias entre estos dos tratamientos, en esta determinación la arveja presentó un 32% del enmalezamiento respecto al barbecho. En cambio en la evaluación anterior el enmalezamiento en la arveja correspondió apenas a un 7,7% respecto del barbecho.

Esta disminución de efectos tiene que ver con que a esta fecha, 41 días posteriores a la siembra del cultivo de maíz, es de esperar que hayan disminuido los efectos residuales de las coberturas. Esto es acorde con lo establecido por Bàrberi y Mazzoncini (2001), los cuales explicitan que el beneficio aportado por los cultivos de cobertura no persiste pasadas los 21 o 28 días de la siembra, en el caso del maíz.

Además Teasdale (1996) afirma que los cultivos de cobertura no ejercen control durante todo el período de crecimiento del cultivo de maíz

Al igual que en las determinaciones anteriores, las malezas predominantes continúan correspondiendo al grupo de gramíneas estivales, con un promedio de 61%, lo cual es coincidente con lo que ocurre en los cultivos estivales a nivel de chacra en el país.

4.4. CUARTA DETERMINACIÓN (10/05/2014)

Los resultados de esta determinación fueron muy particulares. A los efectos de analizarlos es importante considerar que al momento de la estimación solo habían transcurrido 4 días de la siembra de las coberturas, aunque casi 20 días de la aplicación de un glifosato realizado pre-siembra anticipada.

Lo recientemente detallado explica que a la fecha se estimaran sustantivas densidades de malezas recientemente implantadas. Entre el 76% y 98% de las malezas se encontraban entre 1 y 4 hojas aunque mayormente, según se observara, entre 1 y 2 hojas (cuadro No. 9).

Cuadro No. 9. Tamaño de enmalezamiento (No. de malezas.m⁻²) y su grado de desarrollo para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 20 días pos aplicación de glifosato y 4 días pos siembra de coberturas.

Coberturas	No. Total	% grado 1	% grado 2	% grado 3
Trébol alejandrino	523	76	19	6
Barbecho	410	98	2	0
Arveja	125	94	6	0
Triticale	110	91	9	0
Avena	36	83	17	0

Grado 1: 1-4 hojas; Grado 2: 4-8 hojas; Grado 3: más de 8 hojas

Cabe destacar además que el enmalezamiento se constituía en manchones con altísima densidades, distribuidos típicamente en forma “caprichosa”.

Esto último puede ser la explicación del alto coeficiente de variación para la variable total (21,26%) y grupos de malezas estudiadas, y el porqué el análisis estadístico no detectó efecto alguno entre tratamientos aun existiendo grandes diferencias entre los promedios (figura No. 5).

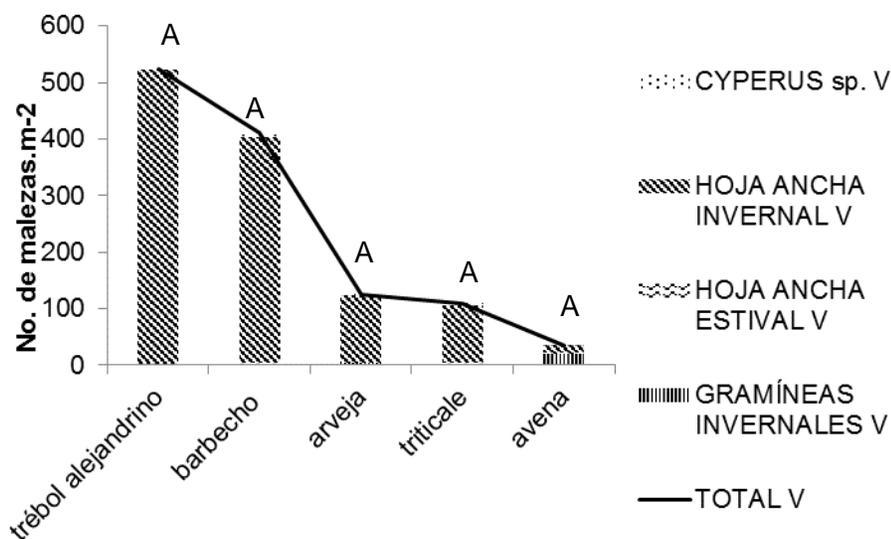


Figura No. 5. Densidad de malezas (No. malezas.m-2) diferenciado por grupo en estado vegetativo (V) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 20 días pos aplicación de glifosato y 4 días pos siembra de coberturas

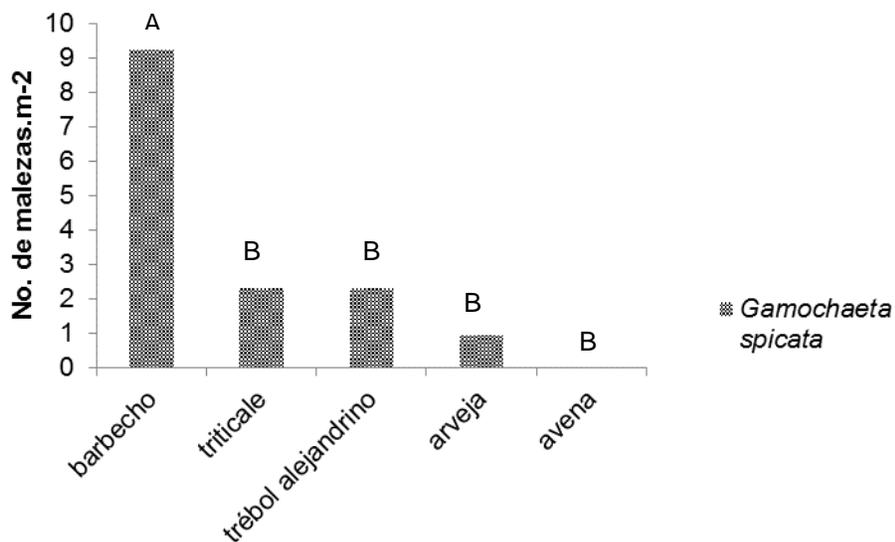
Cabe aclarar que no se cuenta con los resultados de raigrás en esta determinación debido a que hubo un error al momento del registro y lamentablemente se perdieron los datos de este tratamiento.

De cualquier forma y tal como puede observarse en la grafica, los promedios muestran marcadas diferencias entre las infestaciones estimadas, claramente entre el total estimado en trébol alejandrino y las coberturas gramíneas, particularmente la avena. Efectivamente al estudiarse los contrastes ortogonales apareció una tendencia ($p=0,07$) cuando se comparó el total de hojas anchas invernales entre estas dos coberturas.

La alta infestación de malezas de hojas anchas observadas en la cobertura de trébol alejandrino podría considerarse llamativa considerando que existió un glifosato igualitario en todos los tratamientos el 21/04 y difícilmente existiera un efecto de las coberturas cuando habiendo sido recientemente sembradas no se encontraban implantas al momento de la determinación.

Las diferencias entre los tratamientos podrían tener relación con lo sucedido el año anterior. Se podría pensar que las distintas densidades tuvieron relación con diferencias ocurridas a nivel de los reingresos de semillas del año anterior. Para lograr un mejor análisis de este aspecto se analiza considerando los resultados de la siguiente determinación, y se discutirá a continuación.

El análisis a nivel de especies detecto efecto de coberturas a nivel de *Gamochoeta spicata*. Tal como puede observarse en la figura No. 6, la mayor densidad de ésta fue observada en el barbecho, con diferencias significativas con avena, que fue en la cobertura que se estimo menor densidad.



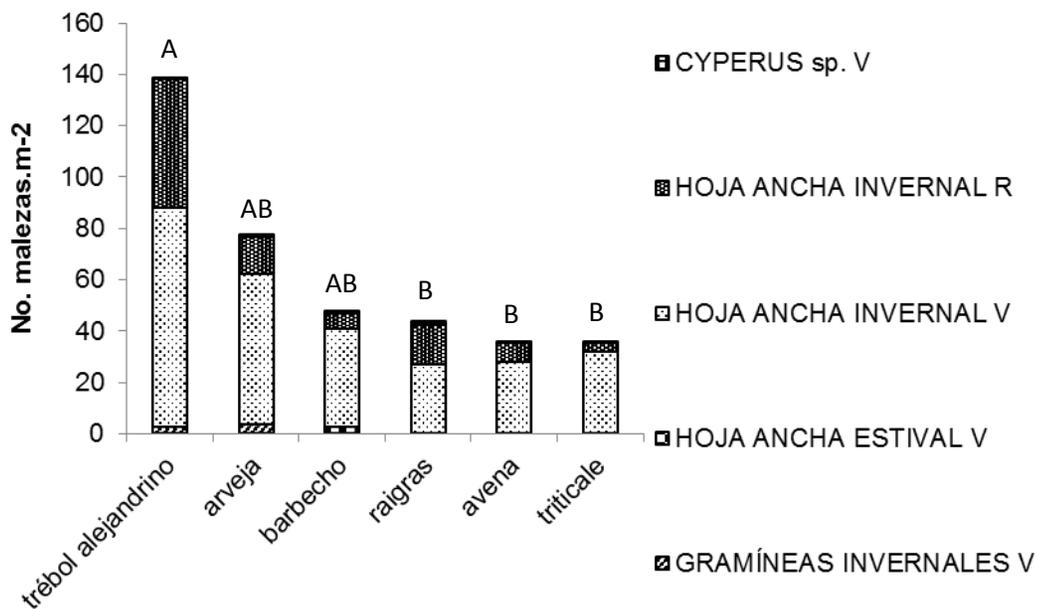
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura No. 6. Densidad (No. malezas.m⁻²) de *Gamochaeta spicata* presente para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 20 días pos aplicación de glifosato y 4 días pos siembra de coberturas.

Este resultado es coincidente con los hallados por el autor Papa (2005), el cual sostiene que se trata de una maleza con algún grado de tolerancia al glifosato. Y en el trabajo de Fernández et al. (2011) se comprobó asociación entre las densidades de esta maleza y los sistemas productivos con barbechos invernales largos, sin coberturas.

4.5. QUINTA DETERMINACIÓN (19/09/2014)

También en el caso de esta determinación las mayores infestaciones fueron detectadas en la cobertura de trébol alejandrino y las menores en una cobertura de gramínea, en este caso en triticales en la que el enmalezamiento fue de sólo un 8% respecto del determinado en trébol alejandrino (figura No. 7).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura No. 7. Densidad de malezas (No. malezas.m-2) diferenciado por grupo en estado vegetativo (V) y reproductivo (R) para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 136 días pos siembra de coberturas y 46 días pos aplicación de glifosato únicamente en barbechos

En primer lugar cabe recordar que el 21/04 se realizó una aplicación para el control de malezas con un herbicida total, utilizando glifosato, en todos los tratamientos y posteriormente se sembraron las coberturas el 06/05. Luego el 04/08 se realizó una nueva aplicación de glifosato únicamente a los barbechos.

Por lo tanto podríamos considerar en términos de control de malezas que las coberturas tuvieron un efecto equivalente al glifosato aplicado en barbecho, ya que no difiere significativamente de ninguna de las coberturas estudiadas.

Este resultado tiene un importante impacto agronómico. En el transcurso del ciclo de las coberturas no se realizó ningún control con herbicida, por lo que se podría deducir que el efecto de control de las coberturas es similar al de glifosato, siendo que los niveles de infestaciones resultaron estadísticamente iguales en el barbecho y las coberturas. Este resultado permite una valoración adicional de las coberturas, las que además de ofrecer los beneficios de las mejoras físicas y químicas del suelo, y los efectos en la disminución de la

erosión (Ernst, 2004), estarían permitiendo un manejo del enmalezamiento similar al que logra un glifosato en el barbecho.

Además de esta consideración general, un análisis más detallado permite inferir otras consideraciones más específicas.

En primer lugar, las gramíneas se comportan mejor que las leguminosas en cuanto al control de malezas, y dentro de las leguminosas, el trébol alejandrino es el que menos control ejerce sobre la densidad de malezas.

Al respecto importa destacar la escasa relación encontrada entre producción de materia seca y el control de malezas (cuadro No. 10).

Cuadro No. 10. Producción final de materia seca para las distintas coberturas en el año 2014

Cobertura	Kg MS.m²
Arveja	8044
Trébol alejandrino	3124
Triticale	2596
Avena	2111
Raigrás	1459

Como se aprecia en el cuadro No. 10, las coberturas que presentaron un mejor control de malezas, no fueron las que produjeron mayor cantidad de materia seca. Este resultado es contrario al hallado por Teasdale (1996) quien enfatiza la importancia de la cobertura en la dinámica del enmalezamiento, aunque coincidente con otros autores Bàrberi y Mazzoncini (2001), cuyos resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio.

Sería interesante continuar con futuras investigaciones en relación a este punto. Podría manejarse a nivel de hipótesis que existieran efectos de alelopatía involucrados en la expresión de estos resultados. En las gramíneas estudiadas, tanto como raigrás, avena y triticale, existen numerosas comprobaciones de presencia de potencial alelopático y podría pensarse que con independencia de los efectos de cobertura existieran efectos de inhibición a nivel del enmalezamiento ligados a la liberación de aleloquímicos por estas especies.

Como segunda hipótesis, pero no menos importante, podría pensarse que la baja cobertura inicial que presenta el trébol alejandrino, determinante de una menor competencia inicial frente a las malezas, permitiera mayores densidades de éstas. ³

Por otra parte estos resultados también pueden constituir la explicación de los encontrados en el mes de mayo en la determinación anterior, considerando que es esperable que lo mismo haya ocurrido en el año anterior y de esta forma la cobertura de alejandrino, sea la cobertura en la que se producen los mayores potenciales de reinfestación.

Por último y considerando la importancia que tiene el total de malezas en estado reproductivo (cuadro No. 11), ya que constituirían el potencial de reinfestación al sistema en la medida que se desequen las coberturas, parece importante destacar el bajo potencial de reinfestación en el barbecho, el alto potencial percibido en trébol alejandrino y algunas diferencias encontradas entre las gramíneas.

Cuadro No. 11. Tamaño de enmalezamiento (No. de malezas/m²) y su grado de desarrollo para las distintas coberturas y el barbecho en la determinación realizada 136 días pos siembra de coberturas y 46 días pos aplicación de glifosato únicamente en barbechos

Coberturas	No. Total/m²	% vegetativo	% reproductivo
Trébol alejandrino	139	57	43
Arveja	78	75	25
Barbecho	48	87	13
Raigrás	44	63	37
Avena	37	78	22
Triticale	36	94	6

Grado 1: 1-4 hojas; Grado 2: 4-8 hojas; Grado 3: más de 8 hojas

5. CONCLUSIONES

Las coberturas demostraron constituir interesantes estrategias para el manejo del enmalezamiento.

Las coberturas de gramíneas raigrás, avena y triticale fundamentalmente y también la de arveja, resultaron igualmente efectivas que los tratamientos herbicidas de barbecho en el manejo de las especies de malezas invernales.

La cobertura con trébol alejandrino presentó mayores densidades de hojas anchas invernales y también mayores riesgos de reinfestaciones potenciales que las coberturas de gramíneas.

En las malezas estivales, básicamente gramíneas en este estudio, se detectaron efectos significativos de las coberturas en los meses de setiembre y diciembre.

La densidad del enmalezamiento estival, básicamente gramíneo, se vio afectada por las coberturas y su rastrojo. El menor tamaño de enmalezamiento se observó en la cobertura de arveja, siendo ésta la de mayor producción de biomasa final, en los meses de setiembre y diciembre.

6. RESUMEN

El presente estudio se realizó en el potrero No. 31 de la “Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni” de la Facultad de Agronomía, departamento de Paysandú (32°22'37.42''S 58°03'23,42''O) Uruguay, en el periodo de octubre de 2013 a setiembre de 2014. Tuvo por objetivo determinar el efecto de distintas coberturas invernales, antecesoras a maíz con y sin fertilización nitrogenada en la dinámica del enmalezamiento. Las determinaciones realizadas consistieron en evaluaciones periódicas durante todo el período experimental del número de malezas diferenciadas por especie y grado de desarrollo. En todos los casos fueron realizadas 4 determinaciones por parcela, siendo el área de muestro de 0,3m*0,3m. Las variables relevadas fueron analizadas siguiendo el modelo de parcelas divididas completamente al azar con tres repeticiones, realizando contrastes de medias según el test de Tukey (5%), y ortogonales utilizando el programa InfoStat, según sea necesario. La parcela mayor correspondió a las coberturas (raigrás, triticale, avena, trébol alejandrino y arveja) y al tratamiento testigo, un barbecho sin cobertura. La parcela menor correspondió a la fertilización (con y sin nitrógeno). A partir de los resultados se confeccionaron distintas variables correspondiendo a las especies por separado, clasificado por su grado de desarrollo en vegetativo y reproductivo, y también grupo de especies en función de caracteres de interés (gramíneas estivales e invernales, hojas anchas estivales e invernales y total de malezas). Todas ellas fueron sometidas a análisis de varianzas, complementándose con análisis de contrastes ortogonales preestablecidos. Los resultados permitieron concluir que las coberturas demostraron constituir interesantes estrategias para el manejo del enmalezamiento. Las coberturas de gramíneas raigrás, avena y triticale fundamentalmente y también la de arveja, resultaron igualmente efectivas que los tratamientos herbicidas de barbecho en el manejo de las especies de malezas invernales. La cobertura con trébol alejandrino presentó mayores densidades de hojas anchas invernales y también mayores riesgos de reinfestaciones potenciales que las coberturas de gramíneas. En las malezas estivales, básicamente gramíneas en este estudio se detectaron efectos significativos de las coberturas. La densidad del enmalezamiento estival, básicamente gramíneo en este estudio, se vio afectada por las coberturas y su rastreo. Las menores densidades se observaron en las coberturas con mayores producciones de biomasa final.

Palabras clave: Cultivo de cobertura; Dinámica del enmalezamiento; Fertilización; Siembra directa.

7. SUMMARY

This study was conducted in the paddock No. 31 of the "Dr. Mario A. Experimental Station Cassinoni" of the Faculty of Agriculture, Department of Paysandú (32 ° 22'40,07"S 58 ° 03'32,00 "O) Uruguay, in the period October 2013 to September 2014. It aimed to determine the effect of different winter covers, predecessor's corn with and without nitrogen fertilization on weed growth dynamics. The determinations consisted of periodic assessments throughout the experimental period the number of weed species and differentiated level of development. In all cases they were done 4 determinations per plot, being the sampling area of 0.3m * 0.3m. The surveyed variables were analyzed following the model of completely randomly divided plots with three replicates, making contrasts averages by Tukey's test (5%), and orthogonal InfoStat using the program, as needed. Most plots corresponded to the coverage (ryegrass, triticale, oats, and peas Alexandrian clover) and the control treatment, fallow without coverage. The lower plot corresponded to fertilization (with and without nitrogen). From the results corresponding to different variables separately species, classified by their degree of vegetative and reproductive development, and species group based on traits of interest (summer and winter grasses, broadleaf summer and winter were prepared and total weeds). All of them were subjected to analysis of variance, complemented by preset orthogonal contrasts analysis. The results concluded that the coverage be proved interesting strategies for managing weed growth. Hedges grasses ryegrass, oats and triticale and also mainly pea, were equally effective treatments fallow herbicides in managing winter weed species. Coverage with Alexandrian clover had higher densities of broadleaf winter and higher risks of potential that reinfestation grass hedges. In the summer weeds, grasses basically in this study were detected significant effects of hedges. The density of summer weed growth, basically grass in this study was affected by coverage and stubble. The lower densities were observed in the coverage with higher final biomass productions.

Keywords: Cover crop; Dynamics of weed growth; Fertilization; Direct seeding.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abdul-Baki, A.; Teasdale, J.; Korcak, R.; Chitwood, D.; Huettel, R. 1996. Fresh-market tomato production in a low-input alternative system using cover-crop mulch. *HortScience*. 31:65–69.
2. Akemo, M. 1998. An exploration of cover crops for vegetable production systems in tropical situations. PhD. Columbus, OH. The Ohio State University. 143 p.
3. _____; Regnier, E.; Bennett, M. 2000. Weed suppression in spring-sown rye (*Secale cereale*) –pea (*Pisum sativum*) cover crop mixes. *Weed Technol.* 14:545–549.
4. Balkcom, K.; Schomberg, H.; Reeves, W.; Clark, A. 2007. Managing cover crops in conservation tillage systems. In: Clark, A. ed. *Managing cover crops profitably*. College Park, MD, Sustainable Agriculture Research and Education (SARE). pp. 44-61.
5. Bàrberi, P.; Mazzoncini, M. 2001. Changes in weed community composition as influenced by cover crop and management system in continuous corn. *Weed Sci.* 49(4): 491-499.
6. Bastos, M.; Feller, D.; Ingold, J. 2007. Efectos del cultivo de cobertura y grupo de madurez en el contenido de agua del suelo y rendimiento de soja. Tesis ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 159 p.
7. Brainard, D.; Bellinder, R.; Kumar, V. 2011. Grass–legume mixtures and soil fertility affect cover crop performance and weed seed production. *Weed Technol.* 25:473–479.
8. Brennan, E.; Smith, R. 2005. Winter cover crop growth and weed suppression on the central coast of California. *Weed Technol.* 19:1017–1024.
9. _____; Boyd, N; Smith, R; Foster, P. 2011. Comparison of rye and legume–rye cover crop mixtures for vegetable production in California. *Agron J.* 103:449–463.

10. Burgos, N.; Talbert, R. 1996. Weed control and sweet corn (*Zea mays* var. *rugosa*) response in a no-till system with cover crops. *Weed Sci.* 44:355– 361.
11. Capurro, J.; Andriani, M. J.; González, C. 2010. Evaluación de distintas especies de cultivos cobertura en secuencias soja – soja en el sur de la provincia de Santa Fé. In: Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (22º., 2010, Tucumán). Trabajos presentados. *Revista Soja.* PMP. no. 45: s.p.
12. Cazorla, C.; Baigorria, T. 2010. Antecesoros de maíz; barbecho o cultivo cobertura. Martín Juárez, Argentina, INTA. s.p.
13. Cepeda, S.; Rossi, A. 2003. Manejo y control de malezas en maíz. Martín Juárez, Argentina, INTA. s.p.
14. Corak, S.; Frye, W.; Smith, M. 1991. Legume and nitrogen fertilizer effects on soil water and corn production. *Soil Sci. Soc. Am. Jou.* 55: 1395-1400.
15. Creamer, N.; Bennett, M.; Stinner, B.; Cardina, J.; Regnier, E. 1996. Mechanisms of weed suppression in cover crop–based production systems. *HortScience* 31:410–413.
16. _____.; _____. 1997. Evaluation of cover crop mixtures for use in vegetable production systems. *HortScience.* 32:866–870.
17. Creech, J.; Johnson, W.; Faghihi, J.; Ferris, V. 2007. Survey of Indiana producers and crop advisors: a perspective on winter annual weeds and soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). *Weed Technol.* 21:532–536.
18. Danso, S.; Labandera, C.; Pastorini, D.; Curbelo, S. 1991. Herbage yield and nitrogen fixation in a triple species mixed sward of white clover, lotus and fescue. *Soil Biol. Biochem.* 23:65–70.
19. Duffus, J. 1971. Role of weeds in the incidence of virus diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* 9:319–340.
20. Ebelhar, S.; Frye, W.; Blevins, R. 1984. Nitrogen from legume cover crops for no-tillage corn. *Agron. J.* 76:51–55.

21. Elmore, C. 1996. A reintroduction to integrated weed management. *Weed Sci.* 44:409–412.
22. Ernst, O. 2000. Siembra sin laboreo, manejo del período de barbecho. *Cangüé.* no. 20: 19-21
23. _____. 2004. Leguminosas como cultivos de cobertura. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur.* no. 21: s.p.
24. Fernández, G. 2011. Estrategias de manejo para la problemática actual de malezas en Uruguay. *In: Simposio Nacional de Agricultura (2º., 2011, Paysandú). No se llega si no se sabe a dónde ir.* Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p.
25. Fox, R.; Piekielek, W. 1988. Fertilizer nitrogen equivalence of alfalfa, BFT and red clover for succeeding corn crops. *J. Prod. Agric.* 4:313–317.
26. Fribourg, H.; Johnson, I. 1955. Dry matter and N yield of legume tops and roots in the fall of the seeding year. *Agron. J.* 47:73–77.
27. García Préchac, F. 1992. Aspectos básicos del comportamiento de suelos en siembra directa; propiedades físicas. Montevideo, Facultad de Agronomía. 15 p.
28. Giménez, A.; Ríos, A. 1992. Malezas en girasol. Montevideo, INIA. 25 p. (Serie Técnica no. 25).
29. Groves, R.; Walgenbach, J.; Moyer, J.; Kennedy, G. 2001. Overwintering of *Frankliniella fusca* (Thysanoptera: Thripidae) on winter annual weeds infected with tomato spotted wilt virus and patterns of virus movement between susceptible weed hosts. *Phytopathology.* 91:891–899.
30. Hall, J.; Hartwig, N.; Hoffman, L. 1984. Cyanazine losses in runoff from no-tillage corn in “living mulch” and dead mulches vs. unmulched conventional tillage. *J. Environ. Qual.* 13:105–110.
31. Hargrove, W. 1986. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum. *Agron. J.* 78:70–74.
32. Hartwig, N. 1977. Nutsedge control in no-tillage corn with and without a crownvetch cover crop. *Proc. Northeast. Weed Sci. Soc.* 31:20–23.

33. _____. 1988. Crownvetch and min- or no-tillage crop production for soil erosion control. *Abstr. Weed Sci. Soc. Am.* 28:98.
34. _____. 1989. Influence of crownvetch living mulch on dandelion invasion in corn. *Proc. Northeast. Weed Sci. Soc.* 43:25–28.
35. _____.; Ammon, H. 2002. Cover crops and living mulches. *Weed Sci.* 50(6):688-699.
36. Haystead, A.; Marriott, C. 1978. Fixation and transfer of nitrogen in a white clover-grass sward under hill conditions. *Ann. Appl. Biol.* 88: 453–457.
37. Hoffman, M.; Regnier, E.; Cardina, J. 1993. Weed and corn (*Zea mays*) responses to a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop. *Weed Technol.* 7:594–599.
38. Holderbaum, J.; Decker, A.; Meisinger, J.; Mulford, F.; Vough, R. 1990. Fall seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid East. *Agron. J.* 82:117–124.
39. Ilnicki, R.; Enache, A. 1992. Subterranean clover living mulch; an alternative method of weed control. *Agric. Ecosyst. Environ.* 40: 249–264.
40. Kroontje, W.; Kehr, W. 1956. Legume top and root yields in the year of seeding and subsequent barley yields. *Agron J.* 48:127–131.
41. Lal, R.; Regnier, E.; Eckert, D.; Edwards, W.; Hammond, R. 1991. Expectations of cover crops for sustainable agriculture. *In*: Hargrove, W. L. N. ed. *Cover crops for clean water*. College Park, MD, Sustainable Agriculture Research and Education (SARE). pp. 1–11.
42. Langdale, G.; Leonard, R. 1983. Nutrient and sediment losses associated with conventional and reduced tillage agricultural practices. *In*: Lawrence, R. R.; Stephens, J. C. eds. *Weed science*. Athens, GA, University of Georgia. College of Agriculture. pp. 457-467.
43. Liebl, R.; Simmons, F.; Wax, L.; Stoller, E. 1992. Effect of rye (*Secale cereale*) mulch on weed control and soil moisture in soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.* 6:838–846.

44. Liebman, M.; Dyck, E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecol. Appl.* 3:92–122.
45. Masoller, H.; Olazarri, G.; Uribe, E. 2008. Biomasa producida por coberturas anuales invernales para optimizar la dinámica del agua en el suelo y el aporte de nitrógeno en dos regiones del litoral uruguayo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 147 p.
46. Mitchell, W.; Teel, M. 1977. Winter annual cover crops for no-tillage corn production. *Agron. J.* 69:569–573.
47. Mohler, C.; Liebman, M. 1987. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. *J. Appl. Ecol.* 24:685–699.
48. _____; _____. 1991. Effects of tillage and mulch on weed biomass and sweet corn yield. *Weed Technol.* 5:545–552.
49. Morgan, M.; Jacobson, H.; Lecompte, S.JR. 1942. Drainage water losses from a sandy soil as affected by cropping and cover crops. *Conn. Agric. Exp. Stn. Bull.* 466:731–759.
50. Norris, R.; Kogan, M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 50:479–503.
51. Odland, T.; Knoblauch, H. 1938. The value of cover crops in continuous corn culture. *Jou. Am. Soc. Agron.* 30: 22-29.
52. Onstad, C.; Voorhees, W. 1987. Hydrologic soil parameters affected by tillage. In: Logan, T. J. ed. Effects of conservation tillage on ground water quality, nitrates and pesticides. College Park, MD, Sustainable Agriculture Research and Education (SARE). pp. 95-112.
53. Ormeño, O.; Quiroga, A. 2001. Cobertura; aspectos del manejo en relación con la conservación de los suelos y el agua. INTA. Boletín de Divulgación Técnica no. 72. 32 p.
54. Papa, J. C. 2005. Detección de especies de malezas de importancia emergente en el centro-sur de la provincia de Santa Fe. *Revista Soja. PMP.* no. 30: 142-146.

55. Poggio, S. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agr. Ecosyst. Environ.* 109:48–58.
56. Putnam, A.; Defrank, J. 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. *Crop Prot.* 2:173–181.
57. Quiroga, A.; Funaro, D.; Fernández, R.; Noellmeyer, E. 2005. Factores edáficos y de manejo que condicionan la eficiencia del barbecho en la región pampeana. *Ci. Suelo (Argentina)*. 23(1): 79-86
58. Rajcan, I.; Chandler, K.; Swanton, C. 2004. Red–far-red ratio of reflected light; a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. *Weed Sci.* 52:774–778.
59. Ruttimann, M. 2001. Boden-, Herbizid-, und Nährstoffverluste durch Abschwemmung bei konservierender Bodenbearbeitung und Mulschsaat von Silomais. *Physiogeographika, Basel* 30:1–238.
60. Sainju, U.; Singh, B.; Whitehead, W. 1998. Cover crop root distribution and its effects on soil nitrogen cycling. *Agron. J.* 90: 511-518.
61. Sawchik, J. 2001. Dinámica del nitrógeno en la rotación cultivo-pastura bajo laboreo convencional y siembra directa. In: Díaz Rossello, R. ed. *Siembra directa en el cono sur*. Montevideo, PROCISUR. pp. 323-345.
62. Schertz, D. L. 1988. Conservation tillage; an analysis of acreage projections in the United States. *J. Soil Water Conserv.* 43: 256-258.
63. Schonbeck, M.; Browne, J.; Deziel, G.; Degregorio, R. 1991. Comparison of weed biomass and flora in four cover crops and a subsequent lettuce crop on three New England organic farms. *Biol. Agric. Hortic.* 8:123–143.
64. Stute, J.; Ponser, J. 1995. Synchrony between legume nitrogen release and corn demand in the upper Midwest. *Agron. J.* 87:1063-1069.

65. Swanton, C.; Murphy, S. 1996. Weed science beyond the weeds; the role of integrated weed management (IWM) in agroecosystem health. *Weed Sci.* 44:437–445.
66. Teasdale, J.; Beste, C.; Potts, W. 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residues. *Weed Sci.* 39:195–199.
67. _____.; Mohler, C. 1993a. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agron. J.* 85: 673–680.
68. _____.; Daughtry, C. 1993b. Weed suppression by live and desiccated hairy vetch (*Vicia villosa*). *Weed Sci.* 41:207–212.
69. _____. 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *J. Prod. Agric.* 9:475–479.
70. White, R.; Worsham, A.; Blum, U. 1989. Allelopathic potential of legume debris and aqueous extracts. *Weed Sci.* 37:674–679.
71. Williams II, M.; Mortensen, D.; Doran, J. 1998. Assessment of weed and crop fitness in cover crop residues for integrated weed management. *Weed Sci.* 46:595–603.
72. Wisler, G.; Norris, R. 2005. Interactions between weeds and cultivated plants as related to management of plant pathogens. *Weed Sci.* 53:914–917.
73. Yenish, J.; Worsham, A.; York, A. 1996. Cover crops for herbicide replacement in no-tillage corn (*Zea mays*). *Weed Technol.* 10:815–821.