



CONTROL DE MALEZAS CON ESPECIES GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS COMO CULTIVOS DE COBERTURA

Eiza, M.J.^{1*}, F. Almeida², P. Carfagno³

¹Unidad Integrada EEA INTA Balcarce-Fac. Ciencias Agrarias, UNMdP; ²Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias, UM; ³Instituto de Suelos, CIRN INTA Castelar.

*Ruta Nacional 226, km 73,5 (7620) Balcarce, Prov. de Buenos Aires, eiza.maximiliano@inta.gov.ar

RESUMEN: La intensificación y simplificación de los sistemas de producción agropecuaria, han alterado la sustentabilidad del ambiente, propiciando la aparición de malezas tolerantes y resistentes a herbicidas. Como método para el control de malezas, se propone la utilización de cultivos de cobertura (CC). Entre las estrategias de control de éstos se mencionan: competencia por los recursos del suelo, producción de fitotoxinas, sombreo o reducción del banco de semillas. La propuesta de este trabajo se enfoca en determinar la eficiencia de diferentes CC en el control de malezas. En este ensayo se probaron diferentes CC: Trigo (*Triticum aestivum*), Centeno (*Cereale secale*), Vicia (*Vicia villosa*) y la consociación de Trigo y Vicia. Se determinó la materia seca aérea (MS) de malezas presentes bajo los diferentes tratamientos y se identificaron las especies de malezas presentes. Los resultados demostraron que el empleo de CC durante el barbecho en un suelo Argiudol del norte de la provincia de Buenos Aires, es beneficioso para el control de malezas. Cada especie y consociación demostró un comportamiento distinto a lo largo del período de los CC en cuanto a presencia de malezas. No todas las especies de malezas fueron controladas, por lo que podría sugerirse buscar controles adicionales al empleo de CC. Para las condiciones planteadas en este ensayo se concluye que la utilización de CC, tanto gramíneas como leguminosas y su consociación, tiene un efecto beneficioso en el control de malezas, al reducir su biomasa aérea. Asimismo, se concluye que la estrategia de sombreo tiene un efecto positivo e incremental en el control de malezas. La consociación de vicia y trigo como CC fue más eficiente que las especies puras de CC en el control de malezas.

Palabras clave: manejo de malezas, reducción de herbicidas, agricultura sustentable

INTRODUCCIÓN

La intensificación y simplificación de los sistemas de producción agropecuaria, han alterado la sustentabilidad del ambiente y, consecuentemente, han aparecido malezas tolerantes y resistentes a herbicidas (Pengue, 1996). Hatcher & Melander (2003), afirman que las mejores combinaciones para el control de malezas en cultivos bajo laboreo convencional serían control biológico combinado con cultivos de cobertura (CC). Un CC es una cobertura viva del suelo sembrada dentro o después de un cultivo principal y suprimido con herbicidas o rolo mecánicamente antes del cultivo siguiente (Hartwig & Ammon, 2002).

El establecimiento y el crecimiento de las malezas se reduce al competir con el CC por recursos para el crecimiento, al generar cambios en los factores ambientales y, posiblemente, a través de fitotoxinas liberadas por el CC (Hatcher & Melander, 2003). La combinación entre CC, la labranza conservacionista y la rotación de cultivos, son componentes importantes en un manejo integrado de plagas (Shrestha *et al.*, 2001). Se podrían conducir a importantes cambios en las comunidades de malezas anuales (Cordeau *et al.*, 2015), debido a un rápido sombreamiento del canopeo (Reddy, 2002), o reducción del banco de semillas de éstas (Mirsky *et al.*, 2010) al crear condiciones de microclima, y formar barreras físicas para el

crecimiento de las mismas (Bezuidenhout *et al.*, 2012). Además, se propician zonas de control alelopático que genera un entorno inestable y previene la proliferación de malezas (Liebman & Dyck, 1993). En este sentido, las siembras tempranas generan condiciones más óptimas de temperatura para su desarrollo inicial, se logra una mejor biomasa con supresión de malezas y un aumento de la fertilidad del suelo (Anugroho *et al.*, 2009). Siembras retrasadas requieren tiempo adicional en la primavera para alcanzar su crecimiento máximo y acumulación de biomasa (Mehring *et al.*, 2016), retrasando el momento de siembra del cultivo comercial. El objetivo de este trabajo fue cuantificar la eficiencia en el control de malezas, de diferentes cultivos de cobertura, gramíneas y leguminosas.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

La experiencia se llevó a cabo en el campo experimental del INTA Castelar, en la localidad de Hurlingham (noreste de la provincia de Buenos Aires). El ensayo consistió en un diseño en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones y 5 tratamientos: 1) Trigo (*Triticum aestivum*) (Tri), 2) Centeno (*Cereale secale*) (C), 3) Vicia (*Vicia villosa*) (V), 4) Trigo + Vicia (T+V) y 5) Testigo (T). Los CC fueron implantados en líneas a 17,5 cm, sobre un lote con pastura natural enmalezado. Previamente a la siembra el área del ensayo se desmalezó mecánicamente y luego se aplicó herbicida (glifosato) en una concentración de 3,33%. El T consistió en un barbecho convencional, manejado durante la experiencia sin tratamiento químico. La siembra se realizó el 23/8/2016 con una sembradora de arrastre Schiarre SDX Tekno 2500. La densidad de siembra fue de 120 kg ha⁻¹ de trigo, 25 kg ha⁻¹ de vicia, 80 kg ha⁻¹ de trigo + 40 kg ha⁻¹ de Vicia y 45 kg ha⁻¹ de centeno.

Transcurridos 72 y 91 días desde la siembra (dds) de los CC (3/11/2016 y 22/11/2016, respectivamente) se tomaron muestras de materia seca (MS) aérea de malezas con un marco de 50x50 cm y secadas en estufa a 40 °C hasta alcanzar peso constante.

La finalización de los CC se realizó 94 dds, de forma mecánica mediante rolo faca (Dimensiones: 1200 mm de ancho por un diámetro de 750 mm), de 185 kg de peso lleno con agua. El rolo se conformaba de 5 cuchillas de 260 mm de largo y 150 mm de alto (solapadas 20 mm).

En junio de 2017 se sembraron los mismos CC, aunque en este año el tratamiento testigo consistió en un barbecho químico. Para los controles químicos de las malezas se realizaron aplicaciones periódicas de glifosato a una concentración de 3,33%, de forma repetida en la medida que el crecimiento de las malezas lo demandara, de forma similar a las condiciones de producción. Los CC se rolaron el 30/11/2017 y se sembró maíz el 5 de enero de 2018.

A fin de evaluar el efecto residual de los CC, el 13/4/2018, previo a la cosecha de maíz, se realizó la identificación de malezas, con el fin comprobar la relación entre cantidad de plantas de malezas y su biomasa aérea. Para ello, se realizó el recuento de malezas en una superficie determinada por 0,36 m lineales entre surcos de maíz (distanciados 0,70 m), lo que representó un área de 0,25 m². Asimismo, junto a la cuantificación de MS aérea de malezas, se realizó la identificación de cada especie en cada uno de los tratamientos.

Los resultados se analizaron por medio de un análisis de varianza (ANOVA) y un test de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio histórico de precipitaciones (1951-2016) es de 1082,5 mm, concentrado en los meses de octubre y abril, superando un promedio mensual de 90 mm. Durante el ciclo de los CC las precipitaciones fueron de 245,6 mm. Esta lámina registrada fue menor a la del promedio histórico de 336 mm para ese periodo. Las temperaturas mínimas óptimas del suelo para la germinación de las semillas se encuentran entre los 15° y 28 °C, con un requerimiento mínimo de 1 a 3 °C (Lacasta Dutoit, 2011). Las temperaturas registradas en el período de crecimiento de los CC se incrementaron desde los 10 °C a la siembra hasta los 22,5 °C al rolado, siendo favorables para el normal desarrollo de éstos.

Con respecto al desarrollo de malezas, a pesar de haberse aplicado glifosato previo a la siembra, se observó la presencia en los tratamientos, tanto desde previo a la siembra como durante el crecimiento de los CC. Durante octubre se registró la mayor cantidad de precipitaciones del periodo, lo que junto a las elevadas temperaturas contribuyeron al rápido crecimiento de los CC. En tal sentido, en la figura 1A se muestra la producción de MS aérea de los CC entre los meses de octubre y noviembre. No hubo diferencias entre tratamientos para ninguna de las fechas. Hasta el 17/10/2016, V alcanzó la máxima acumulación que se mantuvo hasta el final del experimento. Por otro lado, T+V presentó un crecimiento más lento, aunque al 25/11/2016 su MS fue similar a la observada para V. La MS de Tri y C fue menor con un crecimiento sostenido a lo largo del período (Figura 1A).

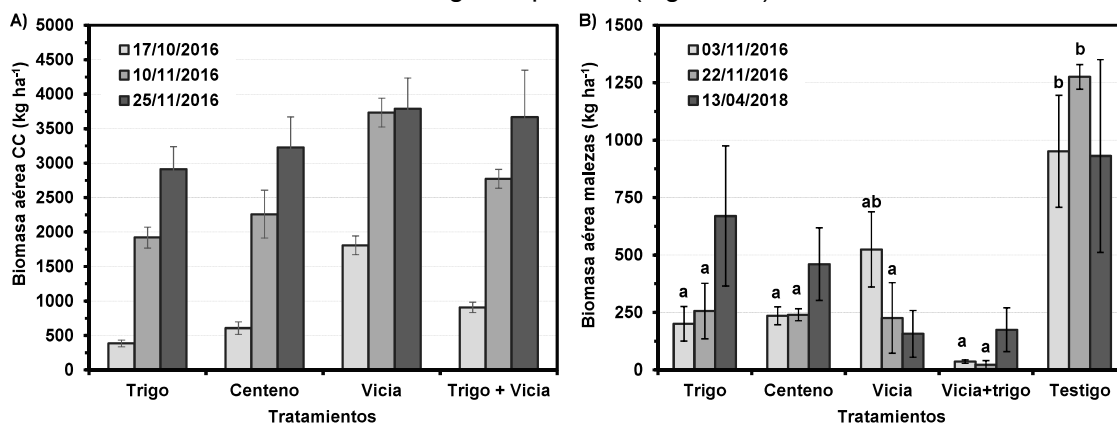


Figura 1. Materia seca aérea promedio (kg ha⁻¹) de CC (A) y de malezas (B) para tres fechas de muestreo. Letras diferentes para cada fecha indican diferencias significativas. Las líneas verticales representan el error estándar de la media.

En la figura 1B se representa la producción de MS aérea de malezas para cada tratamiento en cada una de las fechas de muestreo. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). Al 3/11/2016 la MS de maleza en todos los tratamientos excepto V fue menor a T que alcanzó los 931 kg MS ha⁻¹. Entre los posibles efectos benéficos de los CC, se consideran la competencia por recursos, sombreado y cambio en la calidad de la radiación que llega al suelo, generación de sustancias alelopáticas y resistencia mecánica a la emergencia de malezas (Reddy, 2002; Hatcher & Melander, 2003; Mehring *et al.*, 2016). En T+V la MS de malezas fue de 36,1 kg ha⁻¹, lo que representa una reducción con respecto a testigo de 96,21% (Figura 1B). Estos resultados coinciden con los reportados por Ascard (1994), quien concluye que el sombreado del suelo es suficiente para reducir la aparición de malezas en hasta 70%. Asimismo, Mehring *et al.* (2016) mencionan que la consociación vicia+centeno es más beneficiosa para el control de malezas que en dichos cultivos sembrados por separado.

El tratamiento V no se diferenció de T ni del resto de los CC. El control sobre las malezas en esta fecha no fue eficiente y se necesitaron 20 días más de crecimiento para lograr una reducción similar en la cantidad de malezas. Mehring *et al.* (2016) también hacen mención a la necesidad de generar suficiente cantidad de biomasa aérea para lograr un control efectivo. En este experimento se observó, además, que las malezas creciendo bajo vicia presentaron un gran desarrollo del vástago y poco desarrollo de área foliar, en busca de la luz solar, lo que confirma la competencia por este recurso.

En Tri y C, los efectos sobre el control de malezas fueron similares, registrándose 200,4 y 235,6 kg MS ha⁻¹ de malezas. No todas las especies de malezas tienen semillas sensibles a la luz. Según Welsh *et al.* (1999), la germinación de algunas especies de malezas fue reducida por el sombreado, mientras que otras no se vieron afectadas. También se observó una alta variabilidad en la cantidad de malezas observadas entre bloques, la cual es propia de las praderas naturales, observado especialmente en T.

Entre las especies identificadas en el ensayo durante 2016 para cada CC se observó la presencia de *Ammi majus* en todos los tratamientos excepto en T+V. *A. majus* es una maleza anual, naturalizada, con raíces profundas, altamente invasiva en esta región (García *et al.*, 2002). Presenta una alta producción de cumarinas, un agente alelopático. Estos compuestos son volátiles, pueden filtrarse de las hojas y las partes aéreas, o ser exudados de las raíces. En muchos casos, las semillas son liberadas y diseminadas cerca, donde puede observarse la inducción alelopática. Los componentes de sus frutos también funcionan como un potente inhibidor de la germinación, y las xanthotoxinas han sido identificadas como el principal agente (García *et al.*, 2002).

En V, la presencia de *A. majus* puede justificarse debido a que es una especie nitrófila, siendo favorecida por la leguminosa (Campiglia *et al.*, 2015). El T presentó la mayor cantidad de especies diferentes. En V se observó además, *C. arvensis* al igual que en T+V, tal vez debido a su capacidad de rastrera y trepadora, aunque en éste último caso con presencia de gran cantidad de plántulas muertas. Cordeau *et al.* (2015) mencionan los cambios producidos en las comunidades de malezas, y explican que algunas especies se ven más afectadas que otras en sistemas con CC. En el presente trabajo, 9 de 14 especies de malezas vieron afectadas su emergencia por la presencia de CC.

Al 22/11/2016 la MS de malezas fue significativamente mayor en T que con CC ($p < 0,05$), sin diferencia entre ellos. Transcurridos sólo 19 días luego del primer muestreo, la biomasa de malezas se redujo en 2 de 4 tratamientos (V y T+V) (Figura 1B). Tal como mencionan Blackshaw *et al.* (2006), las poblaciones de malezas se reducen con el tiempo y las ya existentes se suprimen en tratamientos con CC. Sin embargo, esto depende de la interacción de las especies de CC y malezas, ya que, en Tri y C, la disminución de malezas se detuvo. En T la MS de malezas alcanzó $1275,5 \text{ kg ha}^{-1}$, lo cual representó un incremento de $323,7 \text{ kg ha}^{-1}$, respecto a la fecha de muestreo anterior. Con respecto a Tri y C, 72 dds no presentaron gran control de malezas, visto como reducción de biomasa aérea, mientras que V logró un mejor control al haber alcanzado un mayor crecimiento y cobertura en ese período, reduciendo la biomasa de malezas de 524 a 226 kg ha^{-1} (58,3% menos). Resultados similares fueron reportados por Campiglia *et al.* (2015), quienes afirman que la biomasa de malezas se redujo en vicia más que en los tratamientos de otras especies como mostaza, *Phacelia*, y suelo descubierto. Asimismo, T+V continuó teniendo la menor MS de malezas ($22,7 \text{ kg ha}^{-1}$), presentando una disminución de $13,5 \text{ kg ha}^{-1}$.

Estas ventajas por la participación de V como CC son atribuidas a su buena adaptación al clima templado, resistencia a heladas, y mayor cobertura del suelo comparado con otras especies de CC (Campiglia *et al.*, 2015). Además, se coincide con Smith *et al.* (2011) en que la cantidad de MS producida por el CC demuestra ser un factor clave para el control de malezas. Campiglia *et al.* (2015) también menciona que la vicia generalmente intercepta casi toda la radiación solar (alrededor de 100%) mientras que mostaza y *Phacelia* como CC mostraron valores de intercepción de radiación de 60% a 80%. En cuanto a esto, se sabe que la cantidad de radiación interceptada por un cultivo está principalmente relacionada con su estructura de canopy (Maddonni *et al.*, 2001). A diferencia de la V, Tri y C tuvieron poca área foliar y una baja relación hoja/tallo, favoreciendo la penetración de la radiación solar.

Para el muestreo del 13/4/2018 se destaca que la cantidad de malezas fue observada luego de un ciclo de CC y uno de maíz con pobre desarrollo debido a las malas condiciones climáticas durante el verano, caracterizada por escasas precipitaciones. De todas maneras, la cantidad de malezas observadas en T superó a la de CC como antecesores. Como fue descrito para 2016, en 2018 el control propiciado por V y T+V fue significativo, permitiendo menos de $200 \text{ kg MS ha}^{-1}$ de maleza. El resto de los CC, Tri y C, al igual que para el primer año, generaron un control menor, aunque mejor que el observado en testigo.

Con relación a la cantidad de individuos de malezas, en T y T+V el número de plantas se correspondió con la biomasa aérea de malezas. En este sentido, T mostró el mayor valor, mientras que T+V el menor. Es importante mencionar, que a pesar de haber realizado control de malezas durante el barbecho con glifosato durante 2017, T contó con mayor MS y cantidad de individuos de malezas.

En C y V el alto número de individuos de malezas estaría explicado por la abundancia de *Cyperus rotundus*, aunque dichas plantas fueron de bajo peso. *C. rotundus* pertenece a la familia de las ciperáceas. Posee una gran capacidad para sobrevivir en casi todos los hábitats sin tener en cuenta el tipo de suelo, pH, humedad y altura del suelo, además, se trata de una especie C4 (Holm *et al.*, 1977).

En la figura 2 se muestra la correlación MS de CC y la de malezas. El modelo de correlación lineal fue significativo ($r = 0,6525$). Este modelo predice la cantidad de MS de malezas en función de la lograda por los CC. Según este modelo, en ausencia de CC, la biomasa aérea promedio de malezas presentes sería de 849 kg ha^{-1} . Se observa una relación inversa, con una pendiente negativa, que de acuerdo a la ecuación de ajuste, implica una reducción de $0,19 \text{ kg MS ha}^{-1}$ de malezas por cada kg MS ha^{-1} de CC. El control total de malezas se alcanzaría con 4500 kg ha^{-1} de MS aérea de CC.

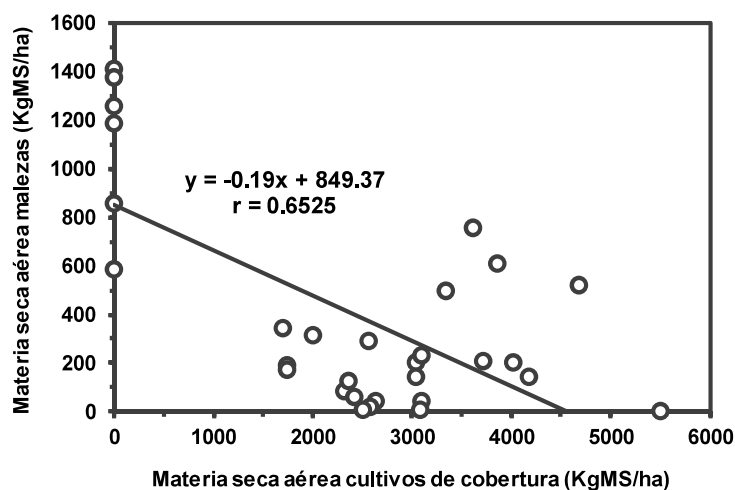


Figura 2. Relación entre MS aérea de malezas (Kg MS ha^{-1}) y MS aérea de CC (Kg MS ha^{-1}).

Los resultados encontrados sobre el control de malezas en esta investigación por efecto por la inclusión de CC fueron satisfactorios. Aunque la variabilidad registrada fue grande, en todos los casos el uso de CC mostró una reducción de la biomasa de malezas. Sin embargo, es necesario avanzar en la búsqueda de las especies más eficientes a utilizar en dicho control, y la época de siembra y finalización de los CC. Cada especie y consociación demostró un comportamiento distinto a lo largo del periodo de los CC. En cuanto a presencia de malezas, algunas especies propician un control más temprano (T+V) y otras de forma más tardía (V). Sin embargo, no todas las especies de malezas fueron controladas, por lo que podría sugerirse buscar controles adicionales al empleo de CC. Para este estudio, el empleo de T+V demostró ser el más efectivo en el control de malezas durante todo el desarrollo del cultivo.

CONCLUSIONES

Para las condiciones de este ensayo, para un Argiudol vértico del norte de la provincia de Buenos Aires, bajo planteos agrícolas de siembra directa, se concluye que la utilización de CC, tanto gramíneas como leguminosas y su consociación, tienen un efecto positivo en el control de malezas, al reducir su biomasa aérea. No todas las especies de malezas fueron controladas por el uso de cultivos de cobertura. Asimismo, se concluye que el sombreado tiene un efecto positivo e incremental en el control de malezas. La consociación de vicia y trigo como CC es más eficiente que las especies puras de CC en el control de malezas.

BIBLIOGRAFÍA

- Anugroho, F; M Kitou; F Nagumo; K Kinjo & Y Tokashiki. 2009. Effect of the sowing date on the growth of hairy vetch (*Vicia villosa*) as a cover crop influenced the weed biomass and soil chemical properties in a subtropical region. *Weed Biology and Manag.* 9:129-136.
- Ascard J. 1994. Soil cultivation in darkness reduced weed emergence. *Acta Horticulturae* 372, Engineering for Reducing Pesticide Consumption & Operator Hazards, 167-177.
- Bezuidenhout, SR; CF Reinhardt & MI Whitwell. 2012. Cover crops of oats, stouling rye and three annual ryegrass cultivars influence maize and *Cyperus esculentus* growth. *European Weed Research Society Weed Research* 52:153–160.
- Blackshaw, RE; JT O'donovan; KN Harker; JW Clayton & RN Stougaard. 2006. Reduced herbicide doses in field crops: A review. *Weed Biol. and Management* 6:10-17.
- Campiglia, E; E Radicetti & R Mancinelli. 2015. Cover crops and mulches influence weed management and weed flora composition in strip-tilled tomato (*Solanum lycopersicum*). *European Weed Research Society* 55:416–425.
- Cordeau, S; JP Guillemin; C Reibel & B Chauvel. 2015. Weed species differ in their ability to emerge in no-till systems that include cover crops. *Annals of Applied Biol.* 166:444–455.
- García, C; P Moyna; G Fernández & H Heinzen. 2002. Allelopathic activity of *Ammi majus* L. fruit waxes. *Chemoecology* 12:107–111.
- Hatcher, PE & B Melander. 2003. Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *European Weed Research Society Weed Research* 43:303–322
- Hartwig, N & H Ammon. 2002. Cover crops and living mulches. *Weed Science*, 50:688-699.
- Holm, LG; DL Plucknett; JW Pancho & JP Herberger. 1977. *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*. Univ. Press Hawaii, Honolulu. 609pp.
- Lacasta Dutoit, CM. 2011. Crops for better soil. CSIC Museo Nacional de Ciencias Naturales. Comisión Europea.
- Liebman M y Dyck E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications*, 3(1):92-122
- Maddonni, GA; M Chelle; JL Drouet & B Andrieu. 2001. Light interception of contrasting azimuth canopies under square and rectangular plant spatial distribution: simulations and crop measurements. *Field Crop Research* 70:1–13.
- Mehring, GH; JE Stenger & HM Hatterman-Valenti. 2016. Weed Control with Cover Crops in Irrigated Potatoes. *Agronomy* 6:3.
- Mirsky, SB; ER Gallandt; DA Mortensen; WS Curran & DL Shumway. 2010. Reducing the germinable weed seedbank with soil disturbance and cover crops. *Weed Res* 50:341-352.
- Pengue, W. 1996. The Agriculture's Sustainability in Argentina", en *Designing Sustainability. The Fourth Biennial Meeting of the ISEE*. Boston University, Boston, 1996.
- Reddy, KN. 2002. Weed control and economic comparisons in soybean planting systems. *Journal of Sustainable Agriculture* .21(2):21-35.
- Shrestha, A; SZ Knezevic; RC Roy; BR Ball-Coelho & CJ Swanton. 2001. Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. *European Weed Research Society Weed Research* 42:76-87.
- Smith, AN; SC Reberg-Horton & GT Place. 2011. Rolled rye mulch for weed suppression in organic no-tillage soybeans. *Weed Science* 59:224–231.
- Welsh, JP; L Philipps; HA Bulson & M Wolfe. 1999. Weed control strategies for organic cereal crops. *Proceedings 1999 Brighton Conference Weeds*, Brighton, UK, 945-950.