

CONGRESO 2003

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
MALHERBOLOGÍA

ACTAS

Barcelona, 4, 5 y 6 de noviembre de 2003

COORDINACIÓN DE LAS ACTAS

M. Teresa Mas Serra
Antoni M.C. Verdú González

Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia. E.U.I.T.A.Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

COMITÉ CIENTÍFICO

Joaquín Aibar Lete
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Escuela Universitaria Politécnica de Huesca

Mª Cristina Chueca Castedo
Departamento de Producción Vegetal. I.N.I.A. Madrid

Juan Pablo del Monte Díaz de Guereñu
Departamento de Producción Vegetal. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Poltécnica de Madrid.

Jose Luís González Andújar
Instituto de Agricultura Sostenible. C.S.I.C. Córdoba

Jordi Izquierdo Figarola (coordinador)
Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia. E.U.I.T.A. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.

Montserrat Jurado Expósito
Instituto de Agricultura Sostenible. C.S.I.C. Córdoba

José Mansilla Martínez
E.T.S.I. Agrónomos. Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. Universidad de Castilla-La Mancha. Albacete.

Xavier Sans i Serra
Departament de Biologia Vegetal. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

José Mª Urbano Fuentes Guerra.
Departamento de Ciencias Agroforestales. E.U.I.T.A. Universidad de Sevilla.

IX CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MALHERBOLOGÍA: INVESTIGACIÓN Y PRÁCTICA

PRESENTACIÓN

Un nuevo congreso de nuestra Sociedad, el noveno. Una nueva oportunidad para compartir intereses comunes, para abrir nuevos horizontes a la actividad de cada día, para dar a conocer nuestros trabajos tanto a compañeros malherbólogos como a técnicos y agricultores preocupados por la problemática del control de malas hierbas.

Este año el lema del Congreso es sugestivo: "Malherbología: investigación y práctica". Es todo un reto y, con la preparación del Congreso, nos hemos dado cuenta de que es un verdadero filón por el que encaminar a nuestra Sociedad. Nos queda mucho camino por recorrer hasta la meta de que nuestra Sociedad llegue a toda la actividad en control de malas hierbas que se está desarrollando en España. Acercar la teoría y la práctica, de manera que la investigación responda plenamente a las necesidades del sector y hacer que el sector demande la investigación que necesita, no se consigue simplemente con poner este deseo como lema de un Congreso. Es un camino que la SEMh necesita recorrer y que el sector, a veces sin saberlo, está demandando. Este Congreso será un primer jalón en este recorrido, pero no cabe duda de que lo que hemos hecho ha sido simplemente empezar a andar este camino.

Aún viendo el camino que nos queda por recorrer, lo cual nos empuja a renovar nuestras energías, debemos felicitarnos por la continuidad que tiene nuestra Sociedad. Ya es el noveno Congreso. Debemos mantener este ritmo y el ambiente humano que rodea a nuestra Sociedad, pues con ello la Malherbología se ve reforzada.

El Congreso se presenta muy interesante. Con cuatro sesiones: Nuevas tecnologías, Manejo, Biología y ecología, Métodos de control y impacto ambiental, se recogen todos los trabajos realizados en España en los dos últimos años.

El ambiente en que se realiza también ayudará a la consecución de un buen Congreso. Barcelona siempre es una ciudad atractiva y acogedora.

La organización, llevada a cabo durante este último año, día a día, por un equipo totalmente entregado al Congreso, garantiza su éxito. Desde aquí nuestro agradecimiento por un esfuerzo que no se ve y que abarca tanto los aspectos científicos, velando por la calidad de las comunicaciones, como los de organización directa del Congreso, cuidando de todos los aspectos materiales del mismo. La Junta en pleno se lo agradece.

No me queda más que desear que el Congreso sea provechoso para todos. Que todos los que participemos en él saquemos el máximo beneficio del mismo y que salgamos de nuevo del mismo con mayor entusiasmo por la Malherbología.

Andreu Taberner Palou
Presidente de la Sociedad Española de Malherbología

CONFERENCIA INAUGURAL

El Dr. Dave Mortensen (Department of Crop and Soil Sciences, Pennsylvania State University) ha pronunciado la conferencia inaugural del congreso, que ha llevado por título *The influence of landscape heterogeneity on weed population dynamics and management outcomes*.

ÍNDICE GENERAL

PONENCIAS

RAMON M. MASALLES SAUMELL
Diversidad y clasificación de las comunidades arvenses 3

ESPERANZA ROMERO TABOADA
Comportamiento de herbicidas en suelos: principales parámetros que rigen su impacto ambiental. 7

COLOQUIO-MESA REDONDA

CARLES BERNAT JUANÓS, EMILIO GIL MOYA
La aplicación de herbicidas desde el punto de vista del agricultor. El futuro de las nuevas tecnologías. 21

COMUNICACIONES

1. Nuevas tecnologías

Discriminación de cubiertas vegetales y suelo desnudo en olivar con espectrorradiómetro de campo. F. LÓPEZ-GRANADOS, M. JURADO-EXPÓSITO, J. CANALES AGUA, J.M. PEÑA BARRAGÁN, A. GARCÍA-FERRER, L. GARCÍA-TORRES 27
Teledetección de cubiertas vegetales en olivar. J.M. PEÑA BARRAGÁN, F. LÓPEZ-GRANADOS, M. JURADO-EXPÓSITO, L. GARCÍA-TORRES. 31
Aplicación de la técnica de dosis reducidas de herbicidas en el cultivo de tabaco tipo Havana en la comarca del Bierzo. J.E. LOZANO GARRIDO. 35
¿Es rentable realizar tratamientos localizados contra avena loca? C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, D. RUÍZ, J. BARROSO 40
Comparación entre tres estrategias de control químico de la avena loca. J. BARROSO, C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, D. RUÍZ. 44
SIMCE: Sistema de soporte a la decisión para la identificación de plántulas de malas hierbas en cereales. J.L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J. POLO, C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA 48
Modelización de la dinámica poblacional de *Phalaris brachystachys* L. en un sistema de rotación trigo-girasol. F. ABASCAL, J.L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR, M.J. JIMÉNEZ HIDALGO. 52

2. Biología y Ecología

Difusión de polen de trigo en campo. Capacidad de hibridación con *Agropyron repens*. I. LOUREIRO, M.C. ESCORIAL, J.M. GARCÍA-BAUDÍN, M.C. CHUECA 59
Dinámica de poblaciones de *Erucastrum nasturtiifolium* en cultivos de secano del área mediterránea. L. CHAMORRO, J.L. GONZÁLEZ-ANDÚJAR, F.X. SANS 63
Papel de las cosechadoras en la diseminación de *Lolium rigidum* en los campos cerealistas. J.M. BLANCO, L. CHAMORRO, R.M. MASALLES, J. RECASENS, F.X. SANS 68
Persistencia del banco de semillas e influencia de las labores del suelo en poblaciones de *Papaver rhoeas* y *Lolium rigidum* resistentes a herbicidas. J. TORRA, A. CIRUJEDA, J. PLANES, J. AIBAR, A. TABERNER, J. RECASENS 74
Condicionantes en la tasa de entierro de semillas de malas hierbas en la superficie del suelo. J. SEGUER, P. WESTERMAN 79
Estudio del efecto de la presión de selección del sistema siembra directa-glifosato en las comunidades de malezas de cultivos de soja: dos aproximaciones. E.S. LEGUIZAMÓN FREY, G. FERRARI, A. CONTIGIANI. 84
Water-hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Portugal - synopsis of its bioecology and management. A. MONTEIRO, I. MOREIRA, A.C. SANTOS, P.M. SERRASQUEIRO 89
Competencia de *Datura stramonium* con tomate y pimiento. I. SANTIN, R. GONZÁLEZ PONCE 94
Tipificación de la vegetación de los márgenes y valoración de su influencia en la composición de las comunidades de artrópodos de la superficie del suelo. R. LLURBA. 99
Influencia de la densidad de población y de la fertilidad del suelo sobre el crecimiento y la capacidad reproductiva de *Anacyclus radiatus* y *Chrysanthemum coronarium* (*Compositae*). F. BASTIDA, J. MENÉNDEZ. 104
Flora adventicia asociada a un cultivo de *Achillea millefolium* en Galicia: influencia de dos tipos de fertilización. R. ROMERO, M.J. SAÍNZ OSÉS, M.P. GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, A. RIGUEIRO, Mª. E. LÓPEZ-MOSQUERA . . . 108
Evolución de la flora alóctona de alicante en un intervalo temporal. E. SOBRINO-VESPERINAS, A. TANARRO, M. SANZ-ELORZA, E.D. DANA, E. DUQUE, A. GONZÁLEZ-MORENO 112
Efecto de la longevidad del sistema de siembra directa sobre las comunidades de malezas de soja de tres áreas de la región pampeana argentina. E.S. LEGUIZAMÓN FREY, J.P. LEWIS, G. FERRARI, A. CONTIGIANI, J.P. BODRERO, P.S. TORRES, E. ZORZA, F. DAITA, F. SAYAGO 118
Identificación de semillas de malas hierbas en granos de trigo tras la cosecha. A. KUC, J.A. CONESA, J. RECASENS. 123
Especies vegetales introducidas y naturalizadas en España peninsular desde 1975. J.P. DEL MONTE, P.L. AGUADO. 128

3. Manejo

Plantas espontáneas hospederas alternativas de insectos beneficiosos en un cultivo de alfalfa. A.S. PARAVANO, M.C. CURIS, J. BELTRAMO, J.B. VALENCIANO 137
Siega mecánica y capacidad de rebrote en cubiertas de Crucíferas en olivar. C. ALCÁNTARA, S. SÁNCHEZ, M. SAAVEDRA 143
Posibilidades del uso de la grada de púas flexibles en cereal de invierno sobre *Papaver rhoeas* L. y otras especies dicotiledoneas en Cataluña A. CIRUJEDA, A. TABERNER. 150
Comparación de diferentes sistemas de escarda en cultivo de tomate. M. SUSO, A. PARDO, J. HERNÁNDEZ, F. VILLA, S. FERNÁNDEZ-CAVADA, C. ZARAGOZA. 156
Cultivos de cobertera en viña. J. ESTEVE. 160
Respuesta del trigo infestado por vallico a las dosis de fertilización nitrogenada. R. GONZÁLEZ PONCE, C. LACASTA, L. GARCIA. 167
Un sistema de detección *in vitro* de biotipos resistentes de *Cyperus difformis* L. a sulfonilureas. M. LEÓN, D. MAESTRE, J. AIBAR, C. ZARAGOZA 171
Puesta a punto de una técnica de cultivo *in vitro* para la detección precoz de resistencias a 2,4-D de *Papaver rhoeas*. L. MATEO, Ll. MARTÍN-CLOSAS, A. CIRUJEDA, A.M. PELACHO. 176
Producción más sostenible, con herbicidas. C. NOVILLO, J. COSTA 180
Influencia de los cultivos precedentes en la flora arvense de un luvisol bajo rotación cereal-leguminosa. J.P. DEL MONTE, C. LÓPEZ-FANDO, J. DORADO 185
Optimización de la competitividad del cultivo de trigo frente a las malas hierbas en condiciones ecológicas. C. DE LUCAS BUENO, M.J. SÁNCHEZ DEL ARCO, G. GARCÍA MURIEDAS, R. ALARCÓN, E. HERNÁNDEZ PLAZA, L. NAVARRETE MARTÍNEZ. 189
Efecto del laboreo del suelo en la distribución espacial de las semillas de *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. A.M.C.VERDÚ, M.T. MAS. 194
Estudio comparativo de las comunidades arvenses en cultivos de cítricos con distinto manejo en las calles. M.T. MAS, A.M.C. VERDÚ. 199
Especies de plantas espontáneas infectadas por *Cucurbit yellow stunting disorder virus* en cultivos comerciales de cucurbitáceas de invernadero en Almería. L. RUÍZ, D. JANSSEN, E. SEGUNDO, G. MARTÍN-BRETONES, M. CANO, A. BELMONTE, I.M. CUADRADO 203
Estudio de la flora arvense y de la productividad en un agroecosistema de cereales sometido a diferentes manejos agrícolas. C. LACASTA, L. GARCÍA-ROJAS, E. ESTALRICH, R. MECO 207

4. Métodos de control e impacto ambiental

Adaptación para *Bromus diandrus* y *Lolium rigidum* de un método rápido de respuesta de cereales al herbicida dalapon. I. LOUREIRO, M.C. ESCORIAL, J.M. GARCÍA-BAUDÍN, M.C. CHUECA. 215
Respuesta de una colección de variedades autóctonas de trigo duro y escanda al clortolurón. I. SANTÍN, M.T. NIETO-TALADRIZ, M.C. CHUECA , J.M. GARCÍA-BAUDÍN. 219

Comparación productiva y económica del desherbado químico y mecánico en las filas de viña. R. ANGUERA, R. BISA, A. CIRUJEDA, A. TABERNER. 223
Tolerancia del cardo (*Cynara cardunculus*) a herbicidas de acción residual aplicados en preemergencia del cultivo. R.J. GARCÍA TASCÓN, J.L. VILLARÍAS, E. GARZÓN, V.M. GARCÍA MARTÍNEZ 228
Tolerancia del cardo (*Cynara cardunculus*) a herbicidas de acción residual aplicados en postemergencia del cultivo. R.J. GARCÍA TASCÓN, J.L. VILLARÍAS, E. GARZÓN, V.M. GARCÍA MARTÍNEZ 232
Nuevas aplicaciones de las mezclas de propano y butano para el control de la flora arvense y la desinfección de sustratos. J.M. DURÁN, N. RETAMAL, I. LEIVA, E. POMBO. 236
Herbicidas de aplicación otoñal autorizados en producción integrada de olivar: estudio de la eficacia. J.A. PÉREZ, F. CABEZA, J.M. URBANO. 240
Ensayo de herbicidas en arroz cultivado con riego por aspersión. O. BLANCO, J. CAVERO, S. FERNÁNDEZ-CAVADA, C. ZARAGOZA 245
Toxicidad de tres formulaciones de glifosato sobre *Aphanius iberus*. E. LORENZO, D. GÓMEZ DE BARREDA E. VENDRELL, J.M. CARRASCO. 249
Control de la flora invasora en el cultivo del cardo *Cynara cardunculus* en Castilla y León. R.J. GARCÍA TASCÓN, J.L. VILLARÍAS, E. GARZÓN, V.M. GARCÍA MARTÍNEZ 255
Respuesta del clon 'I-214' (*Populus* x *euramericana*) a oxifluorfen. H. SIXTO, J.M. GRAU, J. M. GARCÍA-BAUDÍN. 260
Utilización de herbicidas en maíz durante las primeras fases de cultivo en le laboreo convencional en la provincia de León. J.B. VALENCIANO, M.M. MIGUÉLEZ 265
Determinación de la acumulación del ácido sikímico en líneas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) tolerantes al herbicida glifosato. C. MERINO, M.C. ESCORIAL, J.M. GARCÍA-BAUDÍN, M.C. CHUECA. 269
Consecuencias del uso agrícola de aguas tratadas con cloro en herbicidas de la familia ciclohexanodionas. P. SANDÍN-ESPAÑA, J. O. MAGRANS, J.M. GARCÍA-BAUDÍN. 273
Respuesta diferencial y mejora de la eficacia del herbicida sulfosato en dos compuestas arvenses características de la zona citrícola onubense. A. PALACIOS, F. BASTIDA, J. MENÉNDEZ 277
Reducción de la dosis de tratamiento en herbicidas bipiridilos mediante el uso de adyuvantes comerciales. J. MENÉNDEZ, F. BASTIDA. 281
Selectividad en el control químico de malas hierbas en cultivos de plantas aromáticas y medicinales. A. CIRUJEDA, R. ANGUERA, A. TABERNER 285

ÍNDICE DE AUTORES 291

¿CÓMO CITAR UNA COMUNICACIÓN O PONENCIA DE LAS ACTAS?. 295

Ponencias

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

DIVERSIDAD Y CLASIFICACIÓN DE LAS COMUNIDADES ARVENSES

Ramon M. Masalles
CERBIV, Dept. de Biologia Vegetal, Fac. de Biologia, Universitat de Barcelona,
Av. Diagonal 645, 08028-Barcelona. rmasalles@ub.edu

Resumen: Se exponen las características principales de las comunidades vegetales de los cultivos y los problemas planteados, para su correcta tipificación, por los cambios producidos en las prácticas agrícolas a lo largo del siglo XX. Finalmente, se presenta la tipología fitocenológica de las comunidades arvenses de España y Portugal hasta el nivel de alianza.
Palabras clave: fitocenología, vegetación arvense, *Oryzetea sativae*, *Stellarietea mediae*.

INTRODUCCIÓN

De modo parecido al resto de los hábitats, en los campos de cultivo se pueden distinguir agrupaciones de plantas que se van repitiendo de una parcela a otra y que constituyen auténticas comunidades vegetales denominadas, en este caso, comunidades arvenses. Se trata de conjuntos de plantas resistentes a las perturbaciones, puesto que hallan acomodo en ambientes sometidos a intervenciones humanas más o menos frecuentes, a menudo repetitivas y de intensidad variable. En este tipo de ambientes suele ser dominante la planta cultivada, que incide como un factor ambiental más, ciertamente muy particular, sobre la comunidad que convive con ella.

La vegetación arvense presenta una dependencia muy estricta de la presión del agricultor, que se manifiesta por diversos tipos de tratamientos agrícolas, hasta el punto que la composición florística de estas comunidades está determinada en gran parte por el tipo, intensidad y frecuencia de las intervenciones humanas (que, sin despreciar la influencia del suelo y del clima, representan el factor ecológico determinante). De hecho, la delimitación de los grandes grupos de comunidades es perfectamente posible y limpia, en general, simplemente tomando como punto de referencia los principales tratamientos agrícolas (preparación de la tierra, fertilización, siembra, regadío, recolección, etc). Los grandes grupos de comunidades (clases, órdenes, alianzas), además, se repiten con ligeras variaciones de un continente a otro.

Seguidamente comentaré los principales problemas metodológicos que plantea el estudio y tipificación de las comunidades de los cultivos, debidos a menudo a cambios en los tratamientos agronómicos, y, finalmente, esbozaré los rasgos principales de la tipología fitocenológica, repasando los principales grupos de comunidades arvenses ibéricas (que equivale a decir de la Europa occidental).

CAMBIOS RECIENTES EN LA VEGETACIÓN ARVENSE

La clasificación y estudio de las comunidades arvenses suele presentar dificultades metodológicas y conceptuales que en parte tienen su origen en los cambios profundos que han sufrido los sistemas de cultivo durante las últimas décadas, después de siglos de tratamientos agrícolas relativamente homogéneos. Es el caso de la agricultura intensiva, o el uso de herbicidas. También la introducción de numerosas plantas alóctonas que se comportan como malas hierbas de los cultivos plantea problemas, en primer lugar de identificación y posteriormente de tipificación de las comunidades en las que presentan un elevado recubrimiento. El resultado es (MASALLES, 1988):

a) una disminución de la diversidad y cambios en la distribución de la flora propia de los cultivos, llegando en determinados territorios hasta la desaparición de ciertas especies, lo que comporta un empobrecimiento progresivo de la vegetación arvense. Así se justifican las "reservas" de flora arvense promovidas por algunos países centroeuropeos que, además de evitar extinciones, permiten mostrar, a modo de museo al aire libre, la metodología utilizada en la agricultura tradicional.

Por poner un ejemplo, entre las especies no endémicas de Cataluña están en serio peligro de extinción diversas plantas arvenses de cultivos ya dejados de lado o no mantenidos de la manera tradicional como *Sinapis alba* subsp. *dissecta*, *Camelina sativa* subsp. *dentata*, *Silene cretica* i *Lolium remotum*, de los campos de lino, y han disminuido significativamente las poblaciones de muchas de les malas hierbas que acompañan (o, en determinadas zonas, acompañaban) a los cereales de invierno. De las aproximadamente 120 comunidades raras o vulnerables de Cataluña, 32 son propias de ambientes acuáticos, excluidos los del litoral, y 10 corresponden a cultivos, principalmente de cereales de invierno (8).

b) tendencia hacia el predominio de plantas de gran amplitud ecológica (con estrategia de tipo ruderal), como *Aster squamatus* o las diversas especies de *Conyza* que proliferan en nuestros cultivos.

c) uniformización creciente y aleatoriedad en la composición de las comunidades, lo que a menudo conlleva complejos problemas de tipificación. Las comunidades arvenses suelen ser altamente irregulares e inestables a consecuencia de la irregularidad de los tratamientos; esta heterogeneidad es particularmente evidente cuando año tras año se suceden en una misma parcela cultivos distintos que exigen tratamientos diferentes, de manera que una parcela suele tener las plantas que le corresponden por el cultivo actual y además las que ha "heredado" del cultivo precedente.

d) aparición de nuevas comunidades debidas a cambios en los tratamientos agrícolas y, más raramente, a la introducción de plantas alóctonas. La comunidad de almorejo y lengua de vaca (*Setario pumilae-Rumicetum obtusifoliae*), por ejemplo, apareció en el último cuarto del siglo XX en los frutales del bajo Segre al ser sustituido el laboreo por la siega.

CLASIFICACIÓN DE LAS COMUNIDADES ARVENSES

El empobrecimiento y la uniformización de las comunidades arvenses plantean problemas de clasificación con frecuencia irresolubles, ya sea porque proliferan las formas de transición entre las diversas asociaciones, ya por la ausencia de especies características. Las causas más frecuentes suelen ser la rotación intensiva de cultivos, la aplicación de tratamientos frecuentes y enérgicos, o el predominio de determinadas plantas, en muchos casos bienales o perennes.

Pero en ocasiones los problemas son más bien filosóficos, principalmente cuando la diversa fenología de las especies que aparecen en la parcela a lo largo del año obliga a

plantearse cuál es el mejor momento para el levantamiento de los inventarios. Sería el caso de los cereales de invierno, entre otros, en los cuales la flora prevernal no coincide y apenas se solapa con la estival y con la otoñal. Esta acentuada estacionalidad de las comunidades arvenses, que permite distinguir hasta 3 comunidades distintas en una misma parcela a lo largo del año para un solo cultivo, ha alimentado discusiones entre los partidarios de contabilizar tres asociaciones diferentes y los que consideran que en una determinada parcela solamente puede haber una única comunidad, que se manifiesta a lo largo del año mediante fenofases diferenciadas.

TIPOLOGÍA DE LAS COMUNIDADES ARVENSES

El estudio de la vegetación arvense, que tradicionalmente no ha despertado entre los botánicos tanto interés como el que despiertan las comunidades más maduras (bosques, matorrales, prados, ...) se ha llevado a cabo en general de forma no metódica, a menudo asociada a estudios locales, hasta el punto que algunas de las comunidades han sido descritas a partir de un número relativamente bajo de inventarios procedentes de territorios muy limitados. Esta situación cambió sensiblemente a finales de los años 80 con la publicación de dos trabajos de orientación y alcance muy distintos. El primero, obra de NEZADAL (1989) consiste en una revisión de todas las comunidades primaverales de malas hierbas de la península Ibérica a partir de la bibliografía existente, numerosa pero dispersa, y de sus propios datos (alrededor de 1100 inventarios) recopilados en diversas campañas de exploración llevadas a cabo principalmente entre los años 1980 y 1984. Sus propuestas son atrevidas, a veces más bien heterodoxas desde un punto de vista nomenclatural, y reflejan lo difícil que resulta la comprensión y síntesis de la vegetación de un territorio tan extenso

La segunda obra se debe a FERRO (1990) y constituye una recopilación crítica de todo lo publicado sobre las comunidades mesegueras mediterráneas. Es una publicación muy útil porque enumera, describe y relaciona las diversas comunidades segetales descritas sin llegar a discutir, salvo contadas excepciones, el sistema fitocenológico y las interpretaciones de los diversos autores.

Presentamos seguidamente una versión simplificada, limitada a las categorías superiores del sistema fitosociológico (clase, orden y alianza) de las comunidades arvenses reconocidas en la península Ibérica e Islas Baleares y Canarias. Se basa, con pequeñas modificaciones, en la propuesta reciente de RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* (2001) que recopila y ordena la información disponible sobre las comunidades vegetales de España y Portugal.

Cl. **ORYZETEA SATIVAE** Miyawaki 1960
- Ord. **CYPERO DIFFORMIS-ECHINOCHLOETALIA ORYZOIDIS** Bolòs & Masclans 1955
  - Al. **Oryzo sativae-Echinochloion oryzoidis** Bolòs & Masclans 1955
    Comunidades de los arrozales dominadas por terófitos y helófitos, muchos de los cuales son de origen tropical.

Cl. **STELLARIETEA MEDIAE** Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951
[Ruderali-Secalietea cerealis Br.-Bl. 1936]
- Ord. **CENTAUREETALIA CYANI** Tüxen ex von Rochow 1951
  [*Secalietalia cerealis* Br.-Bl. 1931]
  - Al. **Roemerion hybridae** Br.-Bl. ex Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999
    [*Secalion cerealis* Br.-Bl. 1931]
    Comunidades principalmente mesegueras, de desarrollo primaveral, propias de suelos calcáreos o arcillosos y clima mediterráneo. Distribución mediterránea occidental.

Al. **Caucalidion lappulae** Tüxen ex von Rochow 1951
Asociaciones mesegueras de suelos ricos en bases. Principalmente medioeuropea y atlántica, alcanza las tierras ibéricas sobre todo en ambientes de montaña.
Al. **Ridolfion segetum** Nègre ex Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999
Comunidades arvenses de óptimo primaveral que crecen en vertisoles y tierras negras bajo clima mediterráneo seco. Distribución mediterránea sudoccidental.

Ord. **APERETALIA SPICAE-VENTI** J. Tüxen & Tüxen 1960
Al. **Scleranthion annui** Kruseman & Vlieger 1939
Comunidades mesegueras de suelos silícicos, ácidos. Distribución eurosiberiana y mediterránea

Ord. **SOLANO NIGRI-POLYGONETALIA CONVOLVULI** (Sissingh) Bolòs 1962
[*Polygono-Chenopodietalia albi* Tüxen & Lohmeyer 1950 em. J. Tüxen 1950]
Al. **Polygono convolvuli-Chenopodion polyspermi** Koch 1926 em. Sissingh 1946
Asociaciones de cultivos herbáceos de verano en suelos moderadamente ácidos. Distribución eurosiberiana (y mediterránea en suelos de regadío)
Al. **Diplotaxion erucoidis** Br.-Bl. 1931 em. 1936
Comunidades de secano, particularmente de cultivos leñosos (viñedos, olivares, etc.) con un gran desarrollo en verano, otoño e invierno. Distribución mediterránea.
Al. **Panico-Setarion** Sissingh in Westhoff et al. 1946
Asociaciones de regadío (huertos, frutales, etc.) de las tierras mediterráneas o suelos húmedos de la región eurosiberiana, con malas hierbas anuales y perennes.
Al. **Fumarion wirtgenii-agrariae** Brullo 1985
Comunidades de malas hierbas que florecen en invierno y primavera. Distribución mediterránea, en zonas de inviernos templados o cálidos.

BIBLIOGRAFÍA

FERRO, G. (1990). Revisione della vegetazione segetale mediterranea ed europea dell'ordine *Secalietalia*. Braun-Blanquetia, 6. 59 p.

MASALLES, R.M. (1988). Consideracions sobre la classificació i estudi de les comunitats arvenses. Acta Botanica Barcinonensia 37, 281-288.

MASALLES, R.M.; SANS, F.X. (1988). La végétation des vergers de la plaine du Segre (Catalogne): Aperçu phytosociologique. Annales ANPP, 3(2), 411-417.

NEZADAL, W. (1989). Unkrautgesellschaften der Getreide- und Frühjahrshackfruchtkulturen (Stellarietea mediae) im mediterranen Iberien. Dissertationes botanicae, 143. 205 p.

RIVAS-MATÍNEZ, S.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A. (2001). Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. Itinera Geobotanica, 14. 341 p.

Summary: Diversity and classification of agrestal weed communities. The sweeping recent changes in agricultural techniques are decreasing weed richness and affect the composition and classification of agrestal weed communities. In addition, a lot of allochtonous plants are establishing in the crops. The syntaxonomical typology includes the Spanish and Portuguese agrestal weed communities into the Classis *Oryzetea sativae* and *Stellarietea mediae*.

Key words: phytocoenology, agrestal weed communities, *Oryzetea sativae*, *Stellarietea mediae*.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

COMPORTAMIENTO DE HERBICIDAS EN SUELOS: PRINCIPALES PARÁMETROS QUE RIGEN SU IMPACTO AMBIENTAL.

E. Romero Taboada
Estación Experimental del Zaidín (CSIC),
Departamento de Agroecología y Protección Vegetal.
C/ Profesor Albareda 1, 18008-Granada. eromero@eez.csic.es

Resumen: El suelo es el principal receptor de los herbicidas utilizados para el control de las malas hierbas. En este trabajo se revisa el estado actual de los procesos que rigen el comportamiento de los herbicidas en el suelo (adsorción, degradación, volatilización y lixiviación) y se describen los parámetros necesarios para poder estimar su destino en el medio y para trazar estrategias que permitan reducir o minimizar la contaminación ambiental que estos compuestos ocasionan.
Palabras clave: herbicidas, contaminación, suelo, comportamiento, ecuaciones matemáticas.

INTRODUCCIÓN

Los herbicidas representan actualmente el conjunto de medios químicos más importante para evitar el desarrollo de las plantas adventicias no deseables, con el fin de preservar la calidad y producción de las cosechas, sobre todo cuando otras alternativas existentes (lucha mecánica, térmica, eléctrica, biológica, etc) no son viables o menos eficaces en numerosos casos. Estos fitosanitarios pueden clasificarse (BARBERÁ, 1976)

1) Por su finalidad:
   - Totales. Destruyen toda la vegetación existente.
   - Selectivos. Sólo destruyen malas hierbas y dejan indemne los cultivos.
2) Según el momento de su aplicación.
   - De presiembra. Se aplican antes de la siembra
   - De preemergencia. Se emplean después de sembrar pero antes de que emerja el cultivo.
   - De post-emergencia, se usan con el cultivo más o menos desarrollado.
3) Por su modo de actuación sobre malas hierbas.
   - De contacto. Requieren el contacto directo con la planta.
   - Residuales o de superficie. Son aquellos que permanecen en el suelo el tiempo suficiente para ser absorbidos por la semilla o por las raíces de la plántula, destruyendo la mala hierba en el momento de su germinación o nascencia.

- Sistémicos. Penetran en el interior de la planta, mezclándose con la savia y repartiéndose por toda ella. Actúan por translocación.

4) Sistema de aplicación
   - Total. Se aplica sobre todo el campo
   - Dirigido o en bandas. Permite el ahorro de líquido y producto.
5) Según su estructura química o mecanismo de acción (H.R.A.C., 2002)
   - El diclobenil es un Diclorobenzonitrilo que inhibe la división celular
   - El glifosato es una Glicina y el sulfometuron es una Sulfonilurea, ambos actúan inhibiendo la síntesis de aminoácidos
   - La napropamida es una Ariloxialcanamida que inhibe el crecimiento de la raíz de la semilla de la planta.
   - El diuron es una Urea y la simazina es una Triazina que inhiben la fotosíntesis en el fotosistema II
   - El norflurazon es una Piridazinona que inhibe la síntesis de carotenos, etc.

Los herbicidas una vez aplicados en el medio deben tener una cierta persistencia en el suelo suficiente para ejercer su acción y posteriormente desaparecer. Sin embargo este comportamiento ideal no existe y dan lugar a efectos indeseables como es la contaminación del medio ambiente. Este problema de polución del medio que se ha ido agravando con el aumento de la población, con la industrialización de la sociedad y con el desarrollo de la agricultura intensiva. Ello ha promovido:

1. **Aumento del consumo de plaguicidas.** El consumo de plaguicidas estimado a nivel mundial en los últimos años oscila entre de 2,1- 2,5 millones de t/año (LEVITAN, 2000). En Europa, entre 1993 y 1998, el consumo medio solo de herbicidas fue de 105.000 t/año (F.A.O. STATISTICAL DATABASE, 2003).
2. **Cambios en las prácticas agrícolas** (PIMENTEL *et al.*, 1991)
   a. Cultivos de variedades más susceptibles al ataque de plagas
   b. Destrucción de los enemigos naturales de ciertas plagas.
   c. Aumento de la resistencia de las plagas a los plaguicidas.
   d. Reducción de las prácticas agrícolas de rotación.
   e. Disminución de la diversidad de cultivos.
   f. Menor tolerancia en cuanto a la persistencia de insectos en los productos agrícolas y mayores exigencias estéticas.
3. **Otras causas** son el abuso en la aplicación de xenobióticos, utilización de dosis superiores a las recomendadas, e incluso el uso fraudulento de productos que están prohibidos tras no cumplir los criterios de registro. Asimismo hay que destacar la aplicación indebida y el vertido incontrolado de residuos bien de forma accidental o no, tanto a nivel agrícola como industrial.

Como consecuencia del elevado uso de herbicidas de diferentes clases químicas y de sus amplias propiedades fisicoquímicas, en la actualidad existen numerosos suelos y aguas contaminados por estos xenobióticos. Generalmente, las zonas donde se han detectado corresponden a áreas donde se desarrolla una agricultura intensiva. En este caso esta Iowa situada en el corazón del cinturón del maíz, con las tierras de labor más productivas del mundo y con un extenso uso de herbicidas. En estudios recientes se han detectado, en las aguas subterráneas, los herbicidas aplicados (acetoclor, alaclor, atrazina, cianazina y metolaclor) y con mayor frecuencia (55-99%) sus metabolitos (U.S. GEOLOGICAL SURVEY).

En España, los estudios sistemáticos sobre la presencia de residuos de plaguicidas en suelos y aguas, son relativamente escasos (SÁNCHEZ-CAMAZANO *et al.*, 1995). No obstante,

Barreda y colaboradores (BARREDA *et al.*, 1991), describen como el uso continuado de herbicidas (atrazina, diuron, bromuron, simazina, terbutilazina, terbumetron) en la huerta Valenciana, a las dosis recomendadas, da lugar a su acumulación en el suelo. En los acuíferos de la Cuenca del Ebro, Tajo, Guadalquivir, en la Cuenca Sur (acuíferos Vélez Málaga y Motril-Salobreña) y en Almería se han detectado diferentes plaguicidas entre ellos herbicidas y sus metabolitos, como atrazina y simazina superando en algunos casos los límites de concentración máxima admisible (CMA) (COSTA *et al.*, 1998; PARRILLA *et al.*, 1993).

Para controlar la contaminación los gobiernos han legislado que cualquier sustancia activa para ser comercializada debe pasar un proceso de registro. La Directiva 91/414/EEC, en 1993 prevé un plazo de 12 años para la re-evaluación de las 834 sustancias activos existentes, de los cuales más de 191 son herbicidas y considera "nuevas "sustancias las registradas a partir de 1993. La base de esta directiva (E.U. 2002) es desarrollar una lista positiva (Anexo I) de sustancias activas que sean aceptables para la salud del medioambiente, del hombre y de los animales. También se han fijado estándars de calidad, para las aguas la CMA es de 0.1 µg/L para un plaguicida y de 0.5 µg/L para el total de los residuos. Sin embargo, los estándar de calidad para el suelo son escasos. En Vietnam (A.P.C.E.L., 1998) se han establecido límites para los plaguicidas en suelo correspondiendo a los herbicidas: atrazina, simazina, 2,4-D, MPCA y Dalapon una CMA de 0.2 mg/Kg y para el Fenoxaprop-ehtyl, Cypermetrina, Bentiocarb y metolaclor de 0.5 mg/Kg .

En resumen, dado que los herbicidas se aplican extensivamente en la agricultura es por tanto importante estudiar su comportamiento en el suelo. Este comportamiento es importante en el aspecto agrícola (como la eficacia frente a las malas hierbas y toxicidad para los cultivos) y en el aspecto medioambiental (para controlar su impacto como la retención en el suelo o su lixiviación). Estos estudios consideran diferentes procesos que rigen su comportamiento en el medio.

PROCESOS QUE RIGEN EL COMPORTAMIENTO DE HERBICIDAS EN EL SUELO

Una vez que el herbicida se encuentra en el suelo se va a ver sometido a una serie de procesos como adsorción-desorción, degradación (química, biológica y fotoquímica), volatilización, captación por la planta o por los microorganismos del suelo, lixiviación, escorrentía, etc... Todos estos procesos van a depender de las propiedades físico-químicas del suelo (estructura, textura, contenido en arcillas y materia orgánica, pH, porosidad, etc), del plaguicida (tamaño, configuración, estructura molecular, grupos funcionales, solubilidad polaridad, polarizabilidad y el carácter ácido-base de la molécula) (ROMERO, 1990) y de las condiciones medioambientales.

Estos procesos generalmente se estudian a escala de laboratorio, bajo unas condiciones estándar y aplicando ecuaciones matemáticas que se ajusten al comportamiento observado para obtener unos parámetros que permitan clasificarlos según su mayor o menor persistencia en el suelo y estimar su desplazamiento hacia otros compartimentos medioambientales relacionados como el aire o las aguas.

Adsorción

La adsorción es uno de los procesos más importantes que controla la biodisponibilidad de estas moléculas en el suelo. Generalmente, una o dos propiedades de la molécula son las que van a tener una influencia dominante para establecer mecanismos de enlace con los componentes del suelo, dando lugar a una mayor o menor persistencia en el tiempo. Así, los herbicidas de carácter ácido se comercializan en forma de sales o esteres con el fin de

encontrar un equilibrio de solubilidad entre el agua y los cuerpos grasos de la cutícula vegetal de modo que se facilite su translocación y penetración en la planta (BARBERÁ, 1976). Este carácter más o menos polar de la molécula, el contenido de humedad del suelo y el valor del pKa del herbicida (caso de las sulfonilureas, 2,4-D, etc…) son parámetros importantes para determinar la adsorción de los herbicidas por los suelos.

Este proceso se estudia realizando cinéticas e isotermas (ROMERO, 1990) que nos dan información del tiempo necesario para alcanzar el equilibrio de adsorción, la cantidad de plaguicida adsorbido por unidad de suelo y tras aplicar ecuaciones matemáticas adecuadas se obtienen las constantes de partición en la interfase sólido-solución del suelo. Las ecuaciones más ampliamente usadas son: el modelo de Freundlich (Ec.1), la ecuación de Lagmuir (Ec. 2) o un modelo lineal (Ec. 3) cuando el exponente de Freundlich (1/n) es la unidad.

$$C_s = K_f \; C_e^{1/n} \qquad \text{(Ec.1)}$$

$$C_s = \frac{K\, C_m\, C}{1 + K\, C} \qquad \text{(Ec. 2)}$$

$$C_s = K_d \; C_e \qquad \text{(Ec. 3)}$$

Las constantes de adsorción K_f, K y Kd calculadas permiten establecer correlaciones para poner de manifiesto que fracciones coloidales de los suelos juegan un papel más importantes en la interacción suelo-plaguicida. Cuando estas fracciones son el carbono orgánico o la arcilla del suelo, las constantes de adsorción se pueden normalizar considerando el contenido de c.o. (Ec. 4) y de arcilla (HERMOSÍN y CORNEJO, 1994) (Ec. 5) del suelo, dando lugar a las constantes K_{oc} y K_{clay}, respectivamente:

$$K_{c.o.} = \frac{K_d}{\%c.o.}\; x\; 100 \qquad \text{(Ec. 4)}$$

$$K_{clay} = \frac{K_d}{\%clay}\; x\; 100 \qquad \text{(Ec. 5)}$$

Para plaguicidas de carácter no iónico, existen otras ecuaciones semiempíricas que permiten conocer la constante de partición K_{oc} sin experimentación previa, se obtienen de regresiones lineales con la solubilidad en agua de los plaguicidas (CHIOU *et al.,* 1999) (Ec. 6):

$$\text{Log } K_{oc} = -0{,}56 \log S\ (\mu\text{mol/L}) + 4{,}27 \qquad (r^2 = 0.99) \qquad \text{(Ec. 6)}$$

Otros métodos muy usados actualmente son los modelos QSAR (REDDY y LOCKE, 1994). Se basan en el uso de descriptores de las propiedades moleculares de los plaguicidas

como el volumen de Van der Waals (VDWv), la polaridad de la molécula (α), el momento dipolar (μ), y la energía del orbital molecular ocupado mas alto (e_{HOMO}), (Ec. 7).

$$\text{Log } K_{oc} = - 3{,}9898 + 0.01162\ (VDWv) + 0.0219\ (\alpha) - 0{,}0502\ (\mu) - 0.3607\ (e_{HOMO}) \qquad \text{Ec. 7}$$

Estas constantes son de gran interés por diferentes razones:

1- Se pueden clasificar los plaguicidas según sus valores de K_d y K_{co} y establecer que efectos medioambientales, y en concreto en el suelo, van a tener (RUSSELL, 1995). Así un valor de 10^4 µg/mL para el paraquat en suelos francos con un contenido del 3% de materia orgánica indica una gran afinidad de la molécula hacia los componentes del suelo, y en consecuencia se acumulará con más facilidad que aquellos plaguicidas cuya K_d sea del orden de 10 o la unidad (RILEY, 1991). Las sulfonilureas o los herbicidas fenoxiácidos con un pKa entre 3 y 5 en suelos calcáreos o con bajo contenido en materia orgánica presentan valores de estas constantes bajos y dependiendo de su mayor o menor solubilidad o labilidad se van a transferir a las aguas o si tienen una elevada presión de vapor y el suelo esta húmedo pasaran a la atmósfera.
2- Si se usan suelos y plaguicidas con diferentes propiedades fisicoquímicas se pueden establecer correlaciones que nos informan sobre que componentes del suelo y que propiedades de los plaguicidas son las que controlan la adsorción. De modo que se puede predecir la adsorción a partir de las características del suelo.
3- Son útiles para establecer criterios a la hora de restringir o prohibir su uso para un fin determinado o para una zona determinada. De hecho la mayoría de los plaguicidas en los que se va observado un valor de Kd elevado, como por ejemplo el DDT o el paraquat, se encuentran prohibidos desde hace tiempo en numerosos países. Actualmente, la atrazina con valores menores de Kd esta prohibida en América por su elevado consumo y su presencia en las aguas subterráneas, pero en muchos países se sigue usando por ser un potente herbicida.
4- Estas constantes son requeridas en los modelos de simulación para poder predecir el comportamiento de los plaguicidas en el medio ambiente
5- Los modelos QSAR permiten estimar valores de Koc óptimos en el diseño de nuevas moléculas activas y seleccionar aquellas moléculas más eficaces antes de su síntesis, lo que supone numerosas ventajas económicas, medioambientales, etc.

Degradación

La degradación de los herbicidas tener lugar en los componentes del suelo o en la solución del suelo (WOLFE *et al.,* 1990). La materia orgánica (m.o.) tras adsorberse S-triazina cataliza su degradación a hidroxiatrazina. Los óxidos de aluminio catalizan la hidrólisis del paration.

La degradación en la solución del suelo puede ser microbiológica, química o fotoquímica (WOLFE *et al.,* 1990; BOLLAG y LIU, 1990). El clorprofan en suelos se degrada microbiológicamente por un enzima producida por *Pseudomonas stricta* (BARBERÁ, 1976). La fotolisis de la atrazina en agua da lugar a productos declorados y desalquilados, pero su vida media es aproximadamente de 1 año. Otros herbicidas de ácidos orgánicos, amidas (napropamide) y anilinas (trifluralin) se degradan tanto por los microorganismos como por la luz dando derivados de la anilinas.

En general, los herbicidas fenoxiácidos y carbámicos tienen una persistencia en el suelo baja, por poseer una elevada presión de vapor, caso del Profam que tiende a sublimar cuando aumenta la temperatura (BARBERÁ, 1976). Los más persistentes son las triazinas, fenilureas, sulfonilureas, ureas imidazolinonas y dinitro anilinas.

Los metabolitos resultantes de la oxidación, reducción, hidrólisis, etc de los herbicidas juegan también un papel importante en la degradación del medio y algunos son más tóxicos que su producto original, caso de la degradación del aldicarb a aldicarb-sulfoxido.

Para estudiar la cinética de estas reacciones de degradación se aplican modelos más o menos complejos (SÁNCHEZ *et al.,* 2003b). Los modelos cinéticos de degradación usados son ecuaciones diferenciales (Ec. 8) que consideran solamente la desaparición de la molécula, independientemente de que sea química y/o microbiológica. Asumen un predominio de la degradación microbiológica en la zona de la raíz y una vez que el plaguicida pasa de ésta zona a otras del suelo, la degradación principal es de tipo químico. En general, la reacción de conversión considerada es:

$$\frac{dC}{dt} = Kt\, C^n \qquad \text{(Ec. 8)}$$

en donde la velocidad de degradación K_t es proporcional a la concentración de plaguicida en el suelo y n es el orden de reacción. Estos modelos en su forma lineal permite calcular el tiempo de vida media $t_{½}$ y clasificar los herbicidas o sus metabolitos según su persistencia en el suelo como (RUSSELL, 1995):

Persistentes: $t_{½} > 6$ meses, fenarimol, prometon, tebutiuron, tiabendazole, etc

Moderadamente persistentes: $t_{½} = 1.5 - 6$ meses, atrazina, trifluralin, tiazopyr, metolaclor, etc

Ligeramente persistentes: $t_{½} = 0.5 - 1.5$ meses, clorsulfuron, metsulfuron metil, etofumesato

No persistentes: $t_{½} < 0.5$ meses 2,4,5-T, 2,4D, carbamatos, bensulfuron, cianazina, etc

Otra ventaja es su aplicación junto con las constantes de partición en modelos matemáticos para estimar su impacto en el medio, etc.

No obstante, hay que considerar que las condiciones climáticas y el tipo de suelo pueden incrementar la persistencia de determinados herbicidas o familias y que algunos metabolitos de la degradación pueden ser más persistentes que los compuestos originales. Para las dinitroanilinas, imidazolinas, piridinas y sulfonilureas y el clomazone es muy importante una precipitación baja, importante que el contenido en arcilla y materia orgánica sea alto y algo importante un pH alto o bajo (CURRAN, 1998).

Los procesos de transferencia como la volatilización y lixiviación también controlan la persistencia de estas moléculas en el suelo y la contaminación de otros compartimentos relacionados.

Volatilización

La volatilización es el proceso de transferencia dominante en el paso de los plaguicidas a la atmósfera. El desplazamiento ascendente del agua en el suelo es debido a fuerzas de capilaridad y de interacción y cohesión entre las propias moléculas y con las paredes de los poros por los que fluye. Las perdidas por volatilización pueden ser más rápidas que por degradación química, escorrentía o lixiviación (TAYLOR y SPENCER, 1990). Dependiendo de las condiciones medioambientales, pueden ser superiores al 95% en 48 horas. Es el proceso responsable de la presencia de lindano y atrazina, en el agua de lluvia (DÖRFLER *et al.,* 1991), o de la disminución del ozono de la estratosfera, caso del fumigante bromuro de metilo (YATES *et al.,* 1998).

La capacidad de los herbicidas a volatilizarse viene regida por su presión de vapor, caso de herbicidas fenoxiácidos y carbámicos. Estos serán más o menos persistentes dependiendo del contenido de humedad del suelo y de la T^a que favorece su evaporación y el ascenso por capilaridad a la superíficie de evaporación. Por tal motivo, requieren ser

incorporados en el suelo. Para definir la tendencia de escape de estas moléculas del suelo se ha definido el concepto de fugacidad (MACKAY y PATERSON, 1991) (Fs), que viene dado por la ecuación 9:

$$F_s = C_s \frac{H}{K} \qquad \text{Ec. 9}$$

donde Cs es la concentración del plaguicida en el suelo, K es el coeficiente de distribución en la interfase sólido-líquido anteriormente comentado y H representa la partición del soluto en la interfase líquido-gas. Este valor se puede calcular a partir de la ley de Henry (Ec. 10) como la partición de la densidad de vapor entre la solución del suelo y el aire:

$$K_H = \frac{d}{c} \qquad \text{Ec. 10}$$

en donde d es la densidad de vapor (mg/L), c es la concentración de la solución (mg/L) o solubilidad del herbicida.

Esta constante de Henry, se usa como criterio para clasificar los plaguicidas según su volatilización (GUSTAFSON, 1989). Se distinguen tres categorías que nos indican si el proceso esta controlado en el suelo o en la capa de aire existente en la superficie.

Categoría I.- Incluye los plaguicidas más volátiles, con valores de $K_H > 2{,}5 \times 10^{-5}$. La volatilización esta dominada por la difusión del vapor y disminuye con el tiempo tanto si se evapora agua o no.

Categoría II.- Comprende los plaguicidas con volatilidad intermedia, su valor de K_H es aproximadamente de $2{,}5 \times 10^{-5}$. La volatilización esta controlada por la difusión del vapor para bajos contenidos de agua y por la difusión del líquido a altos contenidos de agua.

En la categoría III.- Se recogen los plaguicidas con valores de $K_H < 2{,}5 \times 10^{-5}$, en donde la volatilización en el suelo esta controlada en la capa limitante con la atmósfera. Si el compuesto se mueve hacia la superficie mas rápidamente que se evapora, se acumulará en la superficie y la velocidad de evaporación tiende a aumentar con el tiempo. Es decir, la volatilización esta controlada por la difusión del líquido para la mayoría de los contenidos de agua del suelo.

Lixiviación

Es una de las vías naturales de acceso de elementos contaminantes hacia las aguas subterráneas. El movimiento descendente tiene lugar por las fuerzas de la gravedad. En la lixiviación juegan un papel importante las propiedades del suelo y del plaguicida, la profundidad a que se encuentra el acuífero, las condiciones climáticas, las prácticas agrícolas, etc.

El suelo esta constituido por poros de diferente tamaño y forma, grietas, fisuras, etc.... y la contribución de estos poros en el desplazamiento de residuos disueltos en la solución del suelo depende del contenido de humedad del suelo. En general, los macroporos son responsables del transporte hidrodinámico y por difusión, y los microporos son donde predominan los procesos de difusión. Por ello, la estructura del suelo tiene un papel importante en la lixiviación.

La solubilidad de los herbicidas es un parámetro a tener en cuenta. En general, los más solubles presentan un mayor riesgo de lixiviación ya que estas moléculas pueden ser transportadas con la solución del suelo. Sin embrago hay que considerar que estas moléculas también se transportan asociadas a partículas del suelo en suspensión o disueltas como arcillas, materia orgánica disuelta, etc.

Para realizar una valoración cualitativa del potencial de lixivación de un plaguicida, un método simples es el índice de GUS (Groundwater Ubiquity Score) (GUSTAFSON, 1989). Esta

basado en la gráfica obtenida al representar el valor de la vida media en el suelo y el coeficiente de partición con el carbono orgánico del mismo.

$$GUS = Log\ (t_{1/2})\ x\ (4\text{-}Log\ Koc) \qquad \text{Ec. 11}$$

El índice de GUS permite clasificar los plaguicidas por su riesgo de lixiviación como:
- Lixiviables, con un valor de GUS > 2,8
- No lixiviables, cuando es <1,8
- De transición, cuando el valor es intermedio.

Se ha comprobado que los límites teóricos establecidos concuerdan con la realidad, los plaguicidas detectados en las aguas subterráneas generalmente tienen un valor de GUS mayor a 2,8 y los no detectados por debajo de 1,8.

En la actualidad se trabaja en el desarrollo de modelos más complejos que permiten realizar una predicción cuantitativa del potencial de lixiviación y se han desarrollado a partir de la Ecuación de transporte de Convección-Dispersión (ECD) (WAGENET *et al.,* 1997). En ella se requieren constantes y parámetros para describir el comportamiento en el suelo, caso de la siguiente ecuación:

$$(\rho\ Kf\ 1/n\ C_L^{(1/n-1)} + \theta + \varepsilon\ K_H)\ \frac{\delta C_L}{\delta t} = -\ q\ \frac{\delta C_L}{\delta x} - \theta\ D\ \frac{\delta^2 C_L}{\delta x^2} - Kt - Us$$

en donde ρ (Kg/m^3) y θ (m^3/m^3) son la densidad y porosidad del suelo, Kf es la constante de Frendlich (Kg/dm^3), K_H es la constante de Henry, q es el flujo del agua (cm^3/cm^2 d), C_L es la concentración de plaguicida en solución ($mmol/m^3$) y D es el coeficiente de dispersión y difusión del soluto en el suelo (m^2/d). El primer término después del igual representa el flujo por convección o con la masa de líquido y el segundo término después del igual representa el flujo por difusión-dispersión. Kt es la constante de degradación (d^{-1}) y Us es la constante de velocidad de captación de soluto por la raíz de la planta (m^3/m^3 d).

La aplicación de marcadores que no se adsorben en el suelo, como el ión bromuro, son útiles para conocer el flujo del agua y el factor de retardo del plaguicida que se adsorba en ese mismo suelo (SÁNCHEZ *et al.,* 2003a).

No obstante, la forma de aplicación de un plaguicida, también es un factor importante a la hora de determinar el riesgo de contaminación de las aguas. A mayor cantidad de plaguicida usado mayor es el riesgo para las aguas.

Todas estas constantes que rigen el destino de estos xenobióticos en el medio ambiente también son útiles para desarrollar estrategias de prevención o de remediación de la contaminación y asegurar una agricultura sostenible.

ESTRATEGIAS PARA PREVENIR O REMEDIAR LA CONTAMINACIÓN

Como alternativas in situ para modificar su comportamiento, se puede favorecer su retención o su degradación en la capa arable del suelo.

Para favorecer la adsorción se utilizan enmiendas más o menos humificadas que mejoren las propiedades del suelo disminuyan su porosidad y aumenten la retención del herbicida en la capa arable y favorezcan su degradación en esta zona, con lo cual se impide o retarda su desplazamiento hacia las aguas superficiales o subterráneas. Como enmendantes orgánicos se han utilizando:

1. Estiércol o turbas (MATALLO *et al.,* 1998).
2. Residuos urbanos(SÁNCHEZ *et al.,* 2003b; CUNNINGHAM y LEE, 1995) y agroindustriales.
3. Compuestos químicos como los surfactantes (SÁNCHEZ *et al.,* 2003ab).

La remediación de suelos degradados por plaguicidas con el uso de plantas esta poco estudiada. Se piensa que esta puede ir bien en el caso de herbicidas moderadamente hidrófobos (CUNNINGHAM y LEE, 1995), con valores del logaritmo de la constante de partición octanol-agua del orden de 2,5 a 4.

Para favorecer la degradación biológica, actualmente se estudia el uso de organismos nativos o bien modificados genéticamente (RAO *et al.,* 1996). Sin embargo, su eficacia depende de la biodisponibilidad de estos residuos.

En general se ha visto que los residuos más disponibles o en equilibrio con la solución del suelo van a ser eliminados más fácilmente que aquellos retenidos en zonas poco accesibles o restringidas donde la difusión a la fase móvil es mucho más lenta o irreversible. En este aspecto se investiga el uso de enzimas extracelulares, hongos o microorganismos con quimiostaxia capaces de alcanzar esas zonas inaccesibles, o plantas que modifican las condiciones químicas del medio y favorezcan la degradación de estas moléculas. Frecuentemente se usan coadyuvantes como surfactantes para favorecer la velocidad de degradación de estos residuos más inaccesibles. La utilidad de la enmienda orgánica puede depender de su capacidad relativa para estimular a los microorganismos, para nutrir la planta ó acondicionar el suelo, para adsorber y enlazar ó secuestrar los plaguicidas.

En el futuro es de esperar que la técnicas de recuperación biológica mejoren cuando:
- se estimen tiempos de recuperación a largo plazo,
- se identifiquen los factores que regulan la biodisponibilidad
- se identifiquen los organismos responsables de la degradación de "bond residues".
- se evalúen las condiciones necesarias para asegurar que la recuperación biológica tenga lugar (NOVAK *et al.,* 1995).

BIBLIOGRAFÍA

Asia Pacific Centre for Environmental Law .1998. Soil Quality Maximun Alloable Limits of Pesticide Residues in the Soil. <http://sunsite.nus.edu.sg/apcel/dbase/vietnam/regs/virsp.html>.

BARBERÁ, C. 1976. Herbicidas Hormonales. En: Pesticidas Agrícolas. 569pp. 3ª edición, ediciones Omega, S.A., Barcelona.

BARREDA, G. D.; LORENZO, E.; GAMON, M.; MONTEAGUDO, E.; SÁEZ, A.; DE LA CUADRA, J.D.; DEL BUSTO, A.; RAMOS, C.; CARBONELL, E.A. 1991. Survey of herbicide residues in soil and wells in three citrus orchards in Valencia, Spain. Weed Res., 31: 143-151.

BOLLAG, J.M.; LIU, S.Y. 1990. Biological Transformations Processes of Pesticides. En: Pesticides in the soil Environment : Processes, Impacts, and Modeling. pp169-203.Book Series nº2. SSSA, Madison WI.

CELIS, R.; BARRIUSO, E.; HOUOT, S. 1998. Sorption and desorption of atrazine by sludge-amended soil: dissolved organic matter effects. J. Environ. Qual., 27., 1348-1356.

CHIOU, C.T.; PETER, L.J.; FREED, V.H. 1979. A physical concept of soil-water equilibria for non-ionic organic compounds. Science. 206:831-832.

COSTA, C.; GARRIDO, T.; OLIVELA, L.; GINEBREDA, A.; NIÑEROLA, J.M;. OREJUDO, E.; FRAILE, J. 1998. Presencia de plaguicidas en diversos acuíferos de Cataluña. Análisis de los resultados obtenidos. En: Plaguicidas. Aspectos Ambientales, Analíticos y

Toxicológicos. Morell I. y Candela, L. (eds.). Publicacions de la Universitat Jaume I. Castelló D'Impressió, S.L.

CUNNINGHAM, S.D.; LEE, C.R. 1995. Phytoremediation: Plant-based remediation of contaminated soils and sediments. En: Bioremediation Science and Applications. pp. 145-156. Skipper, H.D. y Turco, R.F. (Eds). Soil Science of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

CURRAN, W.S. 1998. URL <http://www.cas.psu.edu>

DÖRFLER, U.; ADLER-KÖHLER, R.; SCHNEIDER, P.; SCHEUNERT, I.; KORTE, F. 1991. A laboratory model system for determining the volatilization of pesticides from soil and plant surfaces. Chemosphere, 23 (4): 485-496.

European Union. 2002. Plant Protection Products, The European Commission. URL <http://docs.pesticideinfo.org/documentation4/ref_regulatoryEU.html> [31 October 2002]

FAO STATISTICAL. DATABASE. 2003. url <http://apps.fao.org/inicio.htm>

GUSTAFSON, D.I. 1989. Groundwater Ubiquity Score: a simple model for assessing pesticide leachability. Environ. Toxic. Chem., 8: 339-357.

Herbicide Resistance Action Committe. 2002. Clasificación de los herbicidas según su modo de acción. URL <http://plantprotection.org/HRAC/Spanish_classification.htm> .

HERMOSIN, M.C.; CORNEJO, J. 1994. Role of soil clay fraction in pesticide adsorption. Defining a K_{clay}. En: "Environmental Behaviour of Pesticides and Regulatory Aspects". pp 206-207. Copin, et al. Eds, European Study Serv., Belgium,

JURY, W.A.; SPENCER, W.F.; FARMER, W.J. 1984. Behavior assement model for trace organics in soil: II. Chemical classification and parameter sensitivity. J.Environ. Qual., 13: 567-572.

LEVITAN 2000. "How to" and "Why": Assessing the environ-social impacts of pesticides. Crop Prot., 19: 629-636.

MACKAY, D.; PATERSON, S. 1981. Calculating fugacity. Environ. Sci. Technol., 5: 1006-1014.

MATALLO, M.; ROMERO, E.; SÁNCHEZ-RASERO, F.; DIOS G. 1998. Adsorption of mecoprop and diclorprop on calcareous and organic matter atended soils. Comparative adsorption of racemic and pure enantiomeric forms. J. Environ. Sci. Health B33 (1): 51-66.

NOVAK, J.M.; JAYACHANDRAN, K.; MOORMAN, T.B.; WEBER, J.B. 1995. Sorption and Binding of Organic Compounds in soils and their Relation to Bioavailability. En: Bioremediation Science and Applications. Skipper, H.D. y Turco, R.F. (Eds). pp. 13-32. Soil Science of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

PARRILLA, P.; MARTINEZ-VIDAL, J.L.; FERNANDEZ ALBA, A.R. 1993. Optimization of the separation, isolation and recovery of selected herbicides in water samples by soild-phase extraction and HPLC photodiode array detection. J. Liq. Chromatogr., 16, 4019-4029.

PIMENTEL, D; MCLAUGHLIN, L., ZEPP, A., LAKITAN, B. KRAUS, T., KLEINMAN, P., VANCINI, F., ROACH, W.J. GRAAP, E. KEETON, W.S.; SELIG, G. 1991. Environmental and Economic effects of reducing pesticide use. BioSci., 41: 402-409.

RAO, P.S.C.; DAVIS; JOHSON, C.D. 1996. Technologies for ehanced remediation of contaminated soil and aquifers: overview, analysis, and case studies. En: Contaminants and the Soil Environment in the Australia-Pacific Region. pp361-410. Naidu, R., Kookana, R.S., Oliver, D.P., Rogers, S. y McLaughlin, M.J. (eds). Kluver: Dordrecht, The Netherlands.

REDDY, K.N.; LOCKE, M.A. 1994. Prediction of soil sorption (Koc) of herbicides using semiempirical molecular properties. Weed Science, 42:453-461.

RILEY , D. 1991. Using soil residue data to asses the environmental safety of pesticides. BCPC MONO. Nº 47 Pesticides in soil and Water.

ROMERO, E. T., 1990. Adsorción de cianazina, carbendazima y etirimol por suelos y sus constituyentes. Nueva metodología para el estudio de estos procesos. 374pp. Memoria Tes. Doc., Fac. Farmacia, Univ. Granada,

RUSSELL, M.H. 1995. Recommended approaches to assess pesticide mobility in soil. En: Environmental Behavoiur of Agrochemicals. pp 57- 129. Roberts, T.R. and Kearney, P.C. (eds.), John Wiley & Sons Ltd. England.

SÁNCHEZ, L.; PEÑA, A.; ROMERO, E. 2003a. Ability of biosolids and a cationic surfactant to modify methidathion leaching. Chem. 58: 843-850.

SÁNCHEZ, L.; PEÑA; A.; SÁNCHEZ-RASEO, F.; ROMERO, E. 2003b. Methidathion degradation in soil attended with biosolids as a cationic surfactant: use of different kinetic models.

SÁNCHEZ-CAMAZANO M., SÁNCHEZ-MARTIN M.T.; IGLESIAS-JIMÉNEZ E. 1995. Estudio de procesos implicados en la contaminación de suelos por plaguicidas. Revista de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. 1: 133.

TAYLOR, A.W.; SPENCER, W.F. 1990. Volatilization and vapor transport process. En: Pesticides in the Soil Environment. pp 213-269. Book Series Nº 2, Soil Science Society of America, Madison WI,

United States Geological Survey. 2003. Where are pesticides?. URL <http://toxics.usgs.gov/highlights/herbicides_deg_gw.html>.

WAGENET, R.J.; TILLOTSON, P.M.; HUTSON, J.L. 1997. Modeling pesticide transport in porous media. En: Modern Agriculture and Environment. Rosen, D.; Tel-Or E.; Hadar, Y. y Chen, Y. (Eds.), pp. 231-245. Kluwer Academic Publishers. Printed in Great Britain.

WOLFE, N.L.; MILGELGRIN, U.; MILLER, G.C. 1990. Abiotic transfomations in water, sediments and soil. En : Pesticides in the soil Environment : Processes, Impacts, and Modeling. pp104-161. Book Series nº2. SSSA, Madison WI.

YATES, S.D.; WANG, J.; GAN, J.; ERNST F.F.; JURY, W.A. 1998. Minimizing methylbromide emissions from soil fumigation. Geophys. Res. lett. 25: 1633-1636.

Coloquio-mesa redonda

LA APLICACIÓN DE HERBICIDAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL AGRICULTOR
EL FUTURO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

C. Bernat Juanós y E. Gil Moya
Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Comte Urgell 187, 08036 Barcelona
carles.bernat@upc.es, emilio.gil@upc.es

LA REALIDAD ACTUAL

No es ninguna novedad afirmar que entre lo que preconizan los investigadores y lo que hacen realmente los usuarios hay un buen trecho, tanto en lo que se refiere a la aplicación de plaguicidas en general como de herbicidas, en particular. La labor de investigación en este campo ha sido encomiable y los progresos, en relativamente pocos años, muy notables. Constatamos, en absoluto en forma de reproche, una diferencia sensible entre los esfuerzos destinados al estudio de las materias activas, las dosis, los momentos óptimos de aplicación, las interacciones, los efectos colaterales, y a la utilización de la maquinaria más adecuada y a la concienciación del personal implicado en la aplicación.

Como usuarios "temprano" y "frecuente" de diversos herbicidas, en el cultivo del avellano, a partir de finales de los años sesenta, podemos afirmar sin lugar a dudas el efecto beneficioso que el uso de herbicidas aportó a este cultivo, tanto desde el punto de vista económico como técnico, y nos atrevemos a afirmar igualmente, después de más de treinta años de aplicación sistemática, que no han aparecido efectos negativos significativos en los rendimientos ni en la producción. Podríamos matizar esta última afirmación añadiendo "siempre que el tratamiento se haya realizado de forma **razonable."**

Y lo de "razonable" en la forma de aplicación ha dependido muchas veces de la benévola colaboración de la "Divina Providencia". El consejo habitual de "atenerse a las dosis (¿por unidad de superficie?, ¿por volumen de caldo aplicado? ¿por un "afortunado" cruzamiento de ambos criterios?) que preconiza la etiqueta es seguido habitualmente, más o menos al pie de la letra. El precio del producto suele ser un argumento a favor de la moderación, la eficacia indudable de casi todos estos productos y los efectos, a menudo espectaculares, tiende a incitar al usuario a "cargar un poco las dosis" ... En definitiva, hemos gastado mucho dinero en herbicida, hemos ahorrado seguramente tanto en jornales de escarda, y hemos ahorrado también muchos esfuerzos, muy duros y a menudo relativamente baldíos, a muchos campesinos, y no parece que hayamos puesto en peligro muchas plantaciones... de esto ya se encargan otras instancias... Hemos mencionado justamente el cultivo del avellano por que en él la

aplicación de herbicidas tuvo una importante repercusión, en la operación más importante, la recolección. Además, las primeras aplicaciones de herbicida fueron muy "paralelas" al desarrollo de las primeras máquinas recolectoras por aspiración. Era importante que el suelo estuviera "bien limpio", y en muchos casos se conseguía, "de sobras"! En algunas parcelas la zona de goteo de los árboles parecía una pista de baile.

Ahora bien, la aplicación, la dosificación de los herbicidas, ¿se ha hecho "bien", de una manera genérica?, ¿se está haciendo "bien", aún hoy en día, la aplicación de herbicidas, al avellano o a cualesquiera otros cultivos a los que se aplican?

Nos atrevemos, de nuevo, a dar una respuesta rotunda: ¡NO!, y a justificarla de manera simple: si hubiéramos podido obtener los mismos objetivos, la misma eficacia (correcta, sin duda) con una inversión sensiblemente inferior, no podemos presumir de haber, o de estar haciendo, las cosas demasiado bien.

LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y LOS CRITERIOS AGRONÓMICOS

Comenzaban estas líneas hablando del notable desfase entre los esfuerzos dedicados al conocimiento y mejora de los productos fitosanitarios, y el desarrollo de nuevas y modernas técnicas de aplicación.

Llegados a este punto me gustaría matizar un poco esta frase. Bien es cierto que en los últimos tiempos han ido apareciendo novedades más o menos revolucionarias en el campo de la aplicación de herbicidas con el único objetivo de mejorar la calidad de las aplicaciones (hablando en términos de eficacia y eficiencia); ejemplos recientes pueden ser los nuevos desarrollos de boquillas de pulverización, los sistemas automáticos de control de la dosis, la inyección directa del producto, etc.

Por otra parte, la importante revolución y avance de las tecnologías de la información y de la comunicación también se ha hecho notar en este campo. De todos es conocida la utilización de los sistemas de posicionamiento global (GPS, DGPS) con precisiones en algunos casos inferiores a los 50 cm., los sistemas de información geográfica, los innumerables tipos de sensores capaces de obtener información precisa y preciosa a escala de parcela, subparcela y, en algunos casos, árbol o planta.

Desde el inicio de la incorporación a nuestra agricultura de la denominada agricultura de precisión, con el desarrollo de mapas de rendimiento mediante la incorporación de sensores en lugares adecuados de las cosechadoras, hasta la situación actual, han transcurrido relativamente pocos años y sin embargo la tecnología ha evolucionado de forma vertiginosa. Se dispone en la actualidad de pulverizadores capaces de "mojar" exclusivamente la mala hierba allí donde ésta se localiza, modificar en continuo el volumen de caldo a aplicar en zonas diferentes de la misma parcela, abrir o cerrar boquillas e, incluso modificar en continuo presiones de trabajo y por consiguiente tamaño de gotas, todo ello a partir de la **interpretación agronómica** de la excesiva cantidad de información disponible. Y desde mi punto de vista, aquí radica el problema.

Es preciso un salto cualitativo en la interpretación agronómica de la información. El cambio de mentalidad de la unidad "parcela" a la unidad "zona" o incluso "individuo", la interpretación de los mapas de rendimiento y su transformación en decisiones agronómicas razonables, la utilización de parámetros alternativos al habitual "superficie de terreno" para el establecimiento de los volúmenes de aplicación, precisa fuertes dosis de formación y nuevos conocimientos para el usuario. La ventaja que en este sentido llevan países en los cuales la agricultura de precisión se viene desarrollando desde hace tiempo está precisamente en que ellos disponen en estos

momentos de criterios agronómicos adecuados que permiten la interpretación y utilización correcta de esta información. Y, a diferencia de lo que ocurre con la tecnología, estos criterios agronómicos no son extrapolables, de la misma manera que no es extrapolable la agricultura de países en los que aspectos como la superficie media de las parcelas, la renta de los agricultores, el poder económico y la climatología no son variables restrictivas.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Debemos por tanto centrar esfuerzos en el diseño de modelos que permitan, a partir de la información actual, cada vez más localizada y detallada, establecer criterios de toma de decisiones adaptables a nuestros condicionantes. Digamos que la tecnología la tenemos y que nos falta el nexo de unión entre ésta y la situación agronómica específica. Y no nos empeñemos en aplicar directamente lo que otros están haciendo. Nuestra agricultura es bastante compleja y variada como para tener entidad propia para crear nuestro propio sistema de interpretación y utilización de la información.

Y volviendo al tema del inicio de este escrito, esto se conseguirá con un adecuado nivel formativo del agricultor, tarea que nos toca directamente a todos.

COMUNICACIONES

1. Nuevas tecnologías

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

DISCRIMINACIÓN DE CUBIERTAS VEGETALES Y SUELO DESNUDO EN OLIVAR CON ESPECTRORRADIÓMETRO DE CAMPO

F. López-Granados[1]*, M. Jurado-Expósito[1], J. Canales Aguas[1]; J.M. Peña-Barragán[1], A. García-Ferrer[2], L. García-Torres[1]
[1]Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC, Apdo. 4084; 14080-Córdoba, *cs9logrf@uco.es
[2]ETSIAM, Universidad de Córdoba, Avda. Menéndez Pidal s/n, 14080-Córdoba

Resumen: Se ha evaluado el potencial discriminatorio de la espectroscopía de campo sobre distintas cubiertas vegetales en olivar en dos épocas del año (primavera y verano). El test de Duncan mostró que en verano hay diferencias espectrales significativas entre la cubierta formada por *Lolium rigidum*, suelo desnudo y olivo. En primavera hay más dificultades para su discriminación porque las cubiertas vegetales están en pleno crecimiento y presentan menores diferencias espectrales con el olivo.
Palabras clave: diferencias espectrales, teledetección.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han obtenido resultados satisfactorios en la identificación de rodales de malas hierbas y/o cubiertas vegetales para la elaboración de mapas de infestaciones en distintos cultivos herbáceos y leñosos a través de imágenes obtenidas con sensores aerotransportados multi o hiperespectrales (RADHAKRISHNAN *et al.,* 2002). Hay diversos trabajos sobre gramíneas en cultivos de trigo utilizando sensores multiespectrales aerotransportados (LAMB *et al.,* 1998) y sobre malas hierbas de hoja ancha y gramíneas en cultivos de maíz y soja con fotografía aérea en infrarrojo (BROWN *et al*., 1994; BAJWA *et al*., 2001). También se han evaluado infestaciones de malas hierbas en cítricos con fotografía aérea en infrarrojo (MENGES *et al*., 1985) y en cultivos de *Quercus havardii* con imágenes de satélite SPOT (EVERITT *et al.,* 1993). Estos estudios de teledetección incluyen muestreos de campo para medir la reflectancia de cada una de las cubiertas estudiadas usando espectrorradiómetro.

En nuestro departamento se están llevando a cabo estudios en olivar para discriminar suelo, cubiertas vegetales (gramíneas y hoja ancha) y suelo desnudo con técnicas de teledetección a través de imágenes-satélite IKONOS y QUICK BIRD, y con fotografía aérea color e infrarrojo color (PEÑA BARRAGÁN *et al*., 2003 a; 2003 b). Dichos trabajos tienen por objeto establecer una metodología rápida, precisa y económica que permita el seguimiento de las cubiertas vegetales en distintas iniciativas del gobierno andaluz (BOJA, 2003) para subvencionar la utilización de cubiertas en olivar con objeto de reducir la erosión. Como

objetivo de esta comunicación y para completar estos estudios es necesario determinar en campo las diferencias espectrales de las distintas cubiertas y de las diferentes especies que las componen en distintas fases de desarrollo del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Prospecciones de campo

A primeros de mayo (primavera: cubiertas vegetales vivas, crecimiento vegetativo) y primeros de julio (verano: cubiertas vegetales secas con siega química) de 2002, se muestrearon dos olivares de 80 ha. situados en la provincia de Córdoba (Cortijo del Rey y Matallana) en los que hay implantadas cubiertas vegetales desde hace 6 años. En Cortijo del Rey las cubiertas vegetales están compuestas bien por una sola especie: *Lolium rigidum* Gaud. o *Sinapis arvensis* L.*,* o por mezcla de varias*: Avena sativa* L., *L. rigidum, Erodium cicutarum* (L.)L´Hér. y *Hordeum vulgare* L.*,* o mezcla de *L. rigidum* y *S. arvensis*. En Matallana la composición de las mismas es de *L. rigidum* o *A. sativa*, o mezcla de *L. rigidum, H. vulgare* y *Bromus madritensis* L. Los distintos usos de suelo estudiados fueron: olivo, suelo desnudo, hojarasca o restos de poda y las diferentes cubiertas vegetales mencionadas anteriormente.

Espectrorradiómetro

La reflectividad de las distintas cubiertas se determinó mediante el uso de un espectrorradiómetro portátil (GER 3700: rango espectral de 350-2500 nm de longitud de onda con un intervalo de 1.5 nm). De cada uso de suelo se determinaron 10 lecturas por cubierta calibrando cada 10 medidas con un blanco de referencia (Spectralon, Labsphere®). Las mediciones se realizaron de 12h-14 h y en ausencia de nubes. Cada lectura se georreferenció con DGPS (Trimble) para situar *a posteriori* cada medida en las imágenes de satélite o aéreas.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó sobre los valores de reflectividad correspondientes a las longitudes de onda comprendidas entre 450 y 1050 nm, es decir, se analizaron las reflectividades en las bandas del azul (de 450 a 500 nm), verde (de 500 a 600 nm), rojo (de 600 a 700 nm) e infrarrojo cercano (700-1050 nm), rango en el que pueden encuadrarse los estudios posteriores con imágenes satélite y fotografía aérea. Además de estas bandas, se estudiaron los siguientes índices de vegetación (determinadas operaciones matemáticas que realzan la discriminación): (NIR-R)/(NIR+R), NIR/R, R/(B+G), R/(B+G+R), B/R, B/(G+R), B/(B+G+R), (G+R+NIR)/B, G/(R+NIR) y G/(G+R+NIR), donde B, G, R y NIR son los valores de reflectividad en las bandas azul, verde, rojo e infrarrojo cercano. Se realizaron ANOVA seguidos de test de Duncan para seleccionar las bandas espectrales o índices de vegetación que presentaron mayor discriminación entre cubiertas.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los resultados más relevantes de Cortijo del Rey en primavera. El suelo desnudo presenta diferencias espectrales significativas con el olivo y la cubierta formada por mezcla de *A. sativa, L. rigidum, E. cicutarum* y *H. murinum* en todas las bandas e índices excepto en los índices B/G+R y B/B+G+R donde no se distingue de olivo. Dicha cubierta formada por la mezcla de especies no se discrimina del olivo en las bandas G y R. En el caso de otras cubiertas, por ejemplo la compuesta por mezcla de *L. rigidum* y *S. arvensis,* no es posible su discriminación del olivo en B, G, R o NIR (datos no mostrados).

En la Tabla 2 se presenta un resumen de los resultados de Matallana en verano. Las tres cubiertas que se muestran se discriminan significativamente en todas las bandas o índices, excepto en NIR y NIR/R en los que el suelo desnudo no se distingue de *L. rigidum*. Estos resultados obtenidos con la cubierta formada por *L. rigidum* se mantienen en el resto de cubiertas descritas en la sección de Material y Métodos (datos no mostrados).

Estos resultados se han aplicado en la identificación de cubiertas vegetales en olivar con fotografía aérea (PEÑA-BARRAGÁN *et al.,* 2003 a; 2003 b) y se está estudiando actualmente su aplicación en imágenes-satélite IKONOS y QUICK BIRD.

CONCLUSIONES

En primavera, debido al estado vegetativo de las cubiertas se hace más complicada su discriminación del olivo. En verano la situación se vuelve más favorable ya que las cubiertas están secas y por tanto su reflectividad difiere en mayor medida de la del suelo y del olivo.

AGRADECIMIENTOS

A la SEMh por la concesión de la BECA-SEMh2002 a Javier Canales Aguas. A la Universidad de Córdoba por cedernos el espectrorradiómetro. A Amparo Torre por su ayuda en los trabajos de campo. Trabajo co-financiado por los proyectos CICYT: AGL 2001-2808 y AGL 2002-04468-CO3-02.

BIBLIOGRAFÍA

BAJWA, S.G.; TIAN, L. F. (2001). Aerial CIR remote sensing for weed density mapping in a soybean field. Transactions of the ASAE, 44, 1965–1974.

BOJA, 2003. Orden: 5 mayo 2003, Consejería de Agricultura y Pesca. BOJA nº 90, 10029-10056.

BROWN, R.B.; STECKLER, J.P.G.A.; ANDERSON, G.W. (1994). Remote sensing for identification of weed in no-till corn. Transactions of the ASAE, 37, 297-302.

EVERITT, J.H.; ESCOBAR, D.E.; VILLARREAL, R.; ALANIZ, M.A.; DAVIS, M.R. (1993). Canopy light reflectance and remote sensing of shin oak (*Quercus havardii*) and associated vegetation. Weed Science, 41, 291–297.

LAMB, D.W.; WEEDON, M.M. (1998). Evaluating the accuracy of mapping weeds in fallow fields using airborne digital inaging: *Panicum effesum* in oilseed rape stubble. Weed Research, 38, 481-492.

RADHAKRISHNAN, J.; LIANG, S.; TEASDALE, J.R.; SHUEY, C.J. (2002). Remote sensing of weed canopies. In: From laboratory sprectroscopy to remotely sensed spectra of terrestrial ecosystems. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 175-202.

MENGES, R.M.; NIXON, P.R.; RICHARDSON, A.J. (1985). Light reflectance and remote sensing of weeds in agronomic and horticultural crops. Weed Science, 33, 569-581.

PEÑA-BARRAGÁN, J.M.; LÓPEZ-GRANADOS, F.; ATENCIANO, S., JURADO- EXPÓSITO, M; SÁNCHEZ DE LA ORDEN, M; GARCÍA-FERRER, A., GARCÍA-TORRES, L. (2003 a). Soil uses assessment in olive groves from aerial photographs. Agriculture, Ecosystems and Environment, en prensa.

PEÑA-BARRAGÁN, J.M.; LÓPEZ-GRANADOS, F.; JURADO-EXPÓSITO, M; GARCÍA-TORRES, L. (2003 b). Teledetección de cubiertas vegetales en olivar. Ver estas Actas.

Summary: Using field spectroradiometer to discriminate cover crops and bare soil in olive groves. A field spectroradiometer was used to discriminate different cover crops (integrated by grass and broad leaf weeds), olive and bare soil in two dates (spring and summer). Our results showed that the spectral window between 450 and 1050 nm was able to discriminate cover crop, bare soil and olive in summer. These results are promising for a further work using aerial or satellite remote sensing.
Key words: remote sensing, spectral differences

Tabla 1. Media de la reflectividad de las cubiertas estudiadas en Cortijo del Rey en primavera (cubiertas vegetales con crecimiento vegetativo) para 4 longitudes de onda (B: azul, G: verde, R: rojo, NIR: infrarrojo cercano) y varios índices de vegetación.

	Bandas e índices de vegetación													
Cubierta	B	G	R	NIR	NIR/R	(NIR-R)/ (NIR+R)	R/B+G	R/B+G+R	B/R	B/G+R	B/B+G+R	G+R+NIR/B	G/R+NIR	G/G+R+NIR
Mezcla1*	2,6c*	5,2b	4,6b	29,8b	6,6a	0,7a	0,6b	0,37b	0,58c	0,27b	0,21b	15,1a	0,15c	0,13c
Suelo desnudo	24,1a	32,3a	38,0a	45,6a	1,2c	0,1c	0,7a	0,40a	0,63b	0,34a	0,25a	4,8c	0,39a	0,29a
Olivo	3,98b	5,8b	5,3b	23,3c	4,6b	0,6b	0,5c	0,35c	0,75a	0,36a	0,26a	9,0b	0,21b	0,17b

*Mezcla 1: *Avena sativa*, *Lolium rigidum*, *Erodium cicutarium* y *Hordeum vulgare.*

Tabla 2. Media de la reflectividad de las cubiertas estudiadas en Matallana en verano (cubiertas vegetales secas por siega química) para 4 longitudes de onda (B: azul, G: verde, R: rojo, NIR: infrarrojo cercano) y varios índices de vegetación

	Bandas e índices de vegetación													
Cubierta	B	G	R	NIR	NIR / R	(NIR-R) / (NIR+R)	R/B+G	R/B+G+R	B/R	B/G+R	B/B+G+R	G+R+NIR/B	G/R+NIR	G/G+R+NIR
Lolium rigidum	11,4b*	17,4b	24,0b	34,0a	1,4b	0,2b	0,84a	0,7a	0,47c	0,27c	0,22c	6,70b	0,30b	0,23b
Suelo desnudo	16,0a	23,6a	30,6a	37,1a	1,2b	0.1c	0,77b	0,4b	0,52b	0,30b	0,23b	5,70c	0,35a	0,26a
Olivo	4,5c	6,7c	5,8c	29,4b	5,2a	0.7a	0,52c	0,34c	0,78a	0,36a	0,27a	9,42a	0,19c	0,16c

* Valores seguidos por la misma letra dentro de la misma columna no difieren significativamente (test de Duncan de separación de medias)

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

TELEDETECCIÓN DE CUBIERTAS VEGETALES EN OLIVAR

J.M. Peña-Barragán[1], F. López-Granados[2], M. Jurado-Expósito[3], L. García-Torres[4]
Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC, Apdo. 4084, 14080-Córdoba
[1]pa2pebaj@uco.es, [2]cs9logrf@uco.es, [3]cs9disaj@uco.es, [4]ml1gatol@uco.es

Resumen: Se ha evaluado la teledetección aérea en la discriminación de cubiertas vegetales en olivar en dos épocas del año (primavera y verano) y con distintos tipos de imágenes (fotografías aéreas en color y en infrarrojo-color). Se ha discriminado entre suelo desnudo, cubierta vegetal y olivo mediante índices de vegetación. En las fotografías en color de primavera se ha discriminado suelo desnudo frente a vegetación con las bandas azul (B) y roja (R) y el índice (B+G+R)/3 (siendo G la banda verde). En las fotografías en color de verano los índices B/R y B/(G+R) han separado la cubierta vegetal y los índices R/(B+G) y R/(B+G+R) han discriminado olivo. La época del año más adecuada para la toma de imágenes es en verano (la cubierta vegetal está seca y conserva apreciable cantidad de biomasa). La banda del infrarrojo no mejoró los resultados obtenidos con respecto a las bandas del espectro visible.
Palabras clave: agricultura de conservación, fotografía aérea, índices de vegetación.

INTRODUCCIÓN

En España hay 2.3 M. has de olivar en suelos generalmente con pendientes elevadas, lo que favorece la erosión (CIVANTOS, 1999). Para reducir la pérdida de suelo que ésta ocasiona se están promoviendo en los últimos años distintas técnicas agronómicas entre las que está el mantenimiento de una cubierta vegetal sobre el suelo (GARCÍA-TORRES, 2001). Recientemente, el Gobierno Andaluz está subvencionando a aquellos agricultores que apliquen estas técnicas conservacionistas, exigiendo que el mínimo porcentaje de cubierta vegetal en la finca de olivar sea del 40 % (BOJA, 1998). Determinar este porcentaje directamente en campo ("*in situ*") resulta prácticamente inviable desde un punto de vista técnico y económico; sin embargo, la teledetección es actualmente una herramienta válida para la discriminación de cubiertas en suelo (RADHAKRISHNAN *et al.,* 2002). El objetivo principal de este trabajo es desarrollar una metodología basada en el estudio de fotografías aéreas que permita discriminar los distintos usos de suelo en olivar y, por tanto, poder cuantificar el porcentaje de superficie que ocupa cada uno de ellos en una determinada finca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona y época de estudio

Se adquirieron fotografías aéreas en color y en infrarrojo-color de la primavera y el verano del 2000 y 2001 de tres fincas con una superficie de 80 ha. cada una, llamadas La Cubana, Cortijo del Rey y Matallana (provincia de Córdoba). Las especies que componen la cubierta vegetal son predominantemente *Hordeum vulgare* L. y *Lolium rigidum* Gaud. en La Cubana, *Avena sativa* L. en Cortijo del Rey y *H. vulgare* y *A. sativa* en Matallana, habiéndose establecido hace 6-8 años en todos los casos. En las fotografías aéreas tomadas en primavera las cubiertas vegetales estaban en estado vegetativo; en las imágenes de verano la cubierta se encontraba totalmente desecada por siega química.

Trabajo de campo

Varios días antes de la realización de cada vuelo se visitaron las fincas objeto de estudio para: 1) determinar el estado de desarrollo y grado de cobertura aproximado de las cubiertas vegetales; y 2) identificar y georreferenciar con GPS unos 30 puntos de control por finca en distintas zonas que fueron utilizados para calcular las coordenadas de las fotografías aéreas y, posteriormente, poder calcular la superficie de ocupación de cada uso del suelo.

Procesamiento de las fotografías

Las fotografías se digitalizaron a un tamaño de píxel de 40 cm, se exportaron al programa ILWIS 2.2 y se georreferenciaron. Tras la separación de las cuatro bandas que forman las imágenes (azul (B), verde (G), rojo (R) e infrarrojo (NIR)), se calcularon una serie de índices de vegetación (IV), que son combinaciones matemáticas de las bandas, con el objetivo de aumentar la discriminación de los usos del suelo. Con las imágenes en color se estudiaron los siguientes IV: B/R, G/B, R/G, B/(G+R), G/(B+R), R/(B+G), B/(B+G+R), G/(B+G+R), R/(B+G+R), (B+G+R)/3 y (G-R)/(G+R), además de las bandas por separado. De forma similar, otros once IV fueron estudiados con las imágenes en infrarrojo-color: NIR/R, NIR/G, R/G, NIR/(G+R), R/(G+NIR), G/(R+NIR), NIR/(G+R+NIR), R/(G+R+NIR), G/(G+R+NIR), (G+R+NIR)/3 y (NIR-R)/(NIR+R), y las bandas G, R, NIR (más información en PEÑA-BARRAGÁN *et al*., 2003; LÓPEZ-GRANADOS *et al.*, 2003).

Selección de Índices de Vegetación (IV)

1. Preselección visual en parcelas de entrenamiento (PE) de 200 x 200 metros. En cada finca de estudio se establecieron tres PE en zonas representativas con distinto desarrollo y ocupación del suelo de las cubiertas vegetales, y tras calcular cada IV, se determinó visualmente qué uso del suelo se discriminaba claramente, considerándose como usos del suelo el olivo, la cubierta vegetal y el suelo desnudo. Los IV seleccionados en esta etapa fueron aquéllos que mostraron una buena discriminación de al menos uno de los usos del suelo en las tres PE de al menos una de las fincas estudiadas; mientras que se descartaron definitivamente los que no cumplieron este requisito.

2. Análisis numérico en subparcelas de entrenamiento (SE) de 40 x 40 metros. Se definieron nuevamente otras tres SE en cada finca para aplicar este análisis. Se calculó la matriz de confusión (MC) (MENGES *et al.*, 1985, CHUVIECO, 1996) para determinar cuantitativamente la exactitud en la discriminación de cada IV preseleccionado anteriormente. Previamente se dibujó un mapa verdad-terreno (MVT) de cada SE, los cuales se compararon con la clasificación llevada a cabo por el programa ILWIS de cada IV, obteniéndose una MC y determinándose la Exactitud Global de la Clasificación (EGC) de cada IV. La clasificación de los IV se realizó por el método de "separación de clases", determinándose a partir del histograma de cada imagen el "nivel digital frontera" (NDF) en el que se separa cada uso del suelo (ANDREASEN *et al.*, 1997; LAMB y WEEDON, 1998). Un total de 99 imágenes de los IV fueron estudiadas en esta etapa, escogiéndose finalmente aquéllos en los que la EGC fue mayor según el uso del suelo que mejor discriminaron.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Época del año

En fotografía en color se seleccionaron tres IV para discriminar la cubierta vegetal en la época de verano y ninguno en primavera (Tabla 1), ya que en esta época la cubierta vegetal está muy vigorosa y se confunde en muchas zonas con el olivar. Por tanto, el verano es la mejor época para discriminar cubiertas vegetales, ya que en este momento las cubiertas ya están secas y mantienen la totalidad de su biomasa (amarillas frente a olivo y suelo desnudo).

Tipo de fotografía

En fotografías en color se preseleccionaron 8 IV en los que se podía discriminar al menos uno de los usos del suelo (Tabla 1). Por otra parte, en fotografías en infrarrojo-color sólo fueron 3 los IV preseleccionados visualmente; sin embargo, con ninguno de ellos se obtuvieron mejores resultados en el análisis numérico que con las fotografías en color. Por tanto, se considera la fotografía en color la más adecuada para este tipo de estudio.

IV seleccionados

Los IV más adecuados para la discriminación de cada uso del suelo son los mostrados en la Tabla 1. Para el uso de suelo olivo, el IV con mejores resultados es el R/(B+G) aplicado en las fotografías en color tomadas en verano, con un 92.5 % de exactitud en la clasificación. Para el uso de suelo cubierta vegetal, fue el IV B/R el que deparó mejores resultados aplicado en la misma fotografía, con un 85.9 % de exactitud. Para el suelo desnudo, el (B+G+R)/3 es el que mejor discrimina con un 86.6 % de exactitud.

Tabla 1. Exactitud Global de la Clasificación de los IV preseleccionados visualmente

Época y tipo de fotografía	IV	Uso del suelo discriminado	Finca			
			La Cubana	Cortijo del Rey	Matallana	Media
Verano 2000 Color	**R/(B+G)**	**Olivo**	**94.1 ± 1.0**	**92.6 ± 0.8**	**90.7 ± 0.5**	**92.5 ± 1.7**
	R/(B+G+R)	Olivo	95.1 ± 0.9	91.5 ± 0.9	90.6 ± 0.8	92.4 ± 2.4
	B/R	**Cubierta vegetal**	**81.9 ± 1.6**	**91.9 ± 1.4**	**83.8 ± 1.1**	**85.9 ± 5.3**
	B/(G+R)	Cubierta vegetal	79.9 ± 1.9	91.8 ± 1.4	83.1 ± 1.1	84.9 ± 6.2
	B/(B+G+R)	Cubierta vegetal	80.4 ± 1.8	91.6 ± 1.9	82.6 ± 1.2	84.9 ± 5.9
Verano 2000 Infrarrojo-color	(G+R+NIR)/3	Cubierta vegetal	81.8 ± 2.6	82.1 ± 1.5	73.1 ± 1.2	79.0 ± 5.1
	G/(R+NIR)	Suelo desnudo	74.7 ± 2.7	85.0 ± 1.6	64.5 ± 4.0	74.7 ± 10.3
	G/(G+R+NIR)	Suelo desnudo	74.9 ± 3.4	84.5 ± 2.1	66.8 ± 4.2	75.4 ± 8.9
Primavera 2001 Color	**(B+G+R)/3**	**Suelo desnudo**	**83.5 ± 1.0**	**88.5 ± 1.9**	**87.9 ± 0.5**	**86.6 ± 2.7**
	B	Suelo desnudo	82.5 ± 0.9	87.5 ± 0.2	87.0 ± 0.7	85.7 ± 2.8
	R	Suelo desnudo	80.5 ± 2.0	87.1 ± 2.9	85.7 ± 1.7	83.4 ± 3.5

CONCLUSIONES

Es viable la discriminación de la cubierta vegetal en olivar mediante el uso de fotografías aéreas en color tomadas en verano aplicando el índice azul/rojo, con un porcentaje de exactitud en la clasificación elevado (85.9 %). El uso de fotografías en infrarrojo no mejora los resultados, luego al ser éste un material más caro y más delicado, no se considera necesario su uso para este tipo de estudio. Se demuestra que la teledetección aérea es una herramienta viable técnica y económicamente para el seguimiento administrativo de cubiertas vegetales.

AGRADECIMIENTOS

A Amparo Torre por su ayuda en campo. Trabajo co-financiado por CICYT-AGL2001-2808.

BIBLIOGRAFÍA

ANDREASEN, C.; RUDEMO M.; SEVESTRE, S. (1997). Assessment of weed density at an early stage by use of image processing. Weed Research, 37, 5–18.

BOJA nº 61 (1998), 6479-6488.

CIVANTOS, D. (1999). La agricultura en el mundo y en España. En: El cultivo del olivo. Eds: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. Mundi-Prensa, Madrid, 19-33.

CHUVIECO, E. (1996). Fundamentos de teledetección espacial. Ed. Rialp. Madrid.

GARCÍA-TORRES, L. (2001). Agricultura de conservación en el olivar: cubiertas vegetales. Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos. Córdoba.

LAMB, D. W.; WEEDON, M. M. (1998). Evaluating the accuracy of mapping weeds in fallow fields using airborne digital imaging: *Panicum effusum* in oilseed rape stubble. Weed Research, 38, 443–451.

LÓPEZ-GRANADOS, F.; JURADO-EXPÓSITO, M; PEÑA-BARRAGÁN, J.M.; CANALES, J.; GARCÍA-FERRER, A., GARCÍA-TORRES, L. (2003). Discriminación de cubiertas vegetales en olivar con espectrorradiómetro de campo. Aplicaciones a la teledetección. Ver estas actas.

MENGES, R. M.; NIXON, P. R.; RICHARDSON, A. J. (1985). Light reflectance and remote sensing of weeds in agronomic and horticultural crops. Weed Science, 33, 569–581.

PEÑA-BARRAGÁN, J.M.; LÓPEZ-GRANADOS, F.; ATENCIANO, S., JURADO-EXPÓSITO, M; SÁNCHEZ DE LA ORDEN, M; GARCÍA-FERRER, A., GARCÍA-TORRES, L. (2003). Assessing land uses in olive groves from aerial photographs. Agriculture, Ecosystems and Environment, re-enviado después de correcciones.

RADHAKRISHNAN, J.; LIANG, S.; TEASDALE, J.R.; SHUEY, C.J. (2002). Remote sensing of weed canopies. En: From laboratory spectroscopy to remotely sensed spectra of terrestrial ecosystems. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 175-202.

Summary: Remote sensing of cover crops in olive groves. This work aims to determine cover crops and bare soil in olive groves as affected by season (spring and summer) and types of aerial photographs (colour and colour-infrared). Discriminating bare soil, olive trees and cover crops has been carried out by several vegetation indexes. At spring, the blue (B) and red (R) reflectivity bands and the vegetation index (B+G+R)/3, where G is green band, only showed good discrimination in between bare soil and vegetation. At summer, several vegetation indexes from colour photographs such as B/R, B/(G+R) or B/(B+G+R) and R/(B+G) or R/(B+G+R) satisfactorily discriminated cover crops and olive trees from the other soil uses, respectively. Early summer was the most suitable time to enhance discrimination in between cover crops and olive trees since cover crop was already desiccated by herbicide treatment and not consistently degraded yet. Colour photography was more appropriate and profitable material than colour-infrared photography.

Key words: aerial photographs, conservation agriculture, vegetation indexes.

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE DOSIS REDUCIDAS DE HERBICIDAS EN EL CULTIVO DE TABACO TIPO HAVANA EN LA COMARCA DEL BIERZO

J.E. Lozano Garrido
Consejería de Medio Rural y Pesca, c/ Coronel Aranda, 2. 33005 Oviedo.
JESUSLG@princast.es

Resumen: Se describen los resultados obtenidos al aplicar en postrasplante de tabaco, mezclas de nueve sustancias activas mediante la técnica de dosis reducidas de herbicidas, para el control de la flora invasora del cultivo en la comarca del Bierzo. Los mejores resultados para el conjunto de adventicias se han obtenido con las mezclas ($L.ha^{-1}$) "Linuron 0,5 + Oxyfluorfen 1", "Linuron 0,5 + (Oxadiargyl+Aclonifen) 0,5 + Oxyfluorfen 0,5 + Propaquizafop 0,5" y "Metobromuron 0,5 + (Oxadiargyl+Aclonifen) 0,5 + Oxyfluorfen 0,5 + Propaquizafop 0,5", alcanzándose eficacias medias del 73,7%, 89% y 92,6% respectivamente.
Palabras clave: *Nicotiana tabacum*, Oxyfluorfen, Linuron

INTRODUCCIÓN

En la comarca del Bierzo se cultiva tabaco tipo Havana, utilizado en las labores de cigarro puro (tripa) y en la liga de cigarrillos negros (picadura).

Con el fin de racionalizar el empleo de herbicidas en la lucha contra las malas hierbas que infestan las parcelas de tabaco, se procedió a elaborar durante los años 1995 y 1996 un inventario de flora invasora asociada al cultivo y poder cuantificar la incidencia de las distintas especies (TABERNER, 1996) para, posteriormente, evaluar la técnica de dosis reducidas de herbicidas (VILLARÍAS, 1996), al objeto de reducir costes en los tratamientos y disminuir el impacto ambiental causado por estos productos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las experiencias de campo se realizaron durante los años 1997, 1998 y 1999 utilizando mezclas de nueve sustancias activas. Los ensayos se ubicaron en los términos municipales de Carracedelo (298, 398 y 199) y Quilós (197, 198 y 299), productores de la práctica totalidad del tabaco del Bierzo.

La aplicación de las mezclas se realizó mediante pulverizador de mochila, con campana protectora y boquilla de hendidura, presión de trabajo de 2 bar y volumen de caldo 200 $L.ha^{-1}$.

Tabla 1. Mezclas herbicidas

ENSAYO	TRAT.	SUSTANCIA ACTIVA	Dosis por hectárea producto comercial (L)
197	A	Lin. + Oxy.	0,5 + 1
	B	Met. + Oxy.	1 + 1
	C	Lin. + Aclo.	0,5 + 0,5
	D	Met. + Aclo.	1 + 1
	E	Pend. + Aclo.	1 + 1
	F	Pend. + But.	1 + 0,5
198	A	Lin. + Oxy.	0,5 + 1
	B	Met. + Oxy.	1 + 1
	C	Lin. + Aclo.	0,5 + 0,5
	D	Met. + Aclo.	1 + 1
	E	Pend. + Aclo.	1 + 1
	F	Pend. + Exp. + Lin.	0,5 + 0,5 + 0,5
298	G	Lin. + Exp.	0,5 + 1
	H	Met. + Exp.	1 + 1
	I	Pend. + Exp.	2 + 1
	J	Pend. + Oxy.	2 + 1
	K	Pend. + Lin.	2 + 0,5
	L	Pend. + Met.	2 + 1
398	M	Met. + Exp. + Oxy.	0,5 + 0,5 + 0,5
	N	Oxy. + But.	1 + 0,5
	O	Met. + But.	1 + 0,5
	P	Lin. + But.	0,5 + 0,5
	R	Lin. + Exp. + Oxy.	0,5 + 0,5 + 0,5
	S	Met. + Exp. + Pend.	0,5 + 0,5 + 0,5
199	A(**)	Pend.	3
	B	Lin. + Exp. + Pend.	0,5 + 0,5 + 0,5
	C	Lin. + Exp. + Pend. + Cyc.	0,5 + 0,5 + 0,5 + 1
	D	Lin. + Exp. + Pend. + Prop.	0,5 + 0,5 + 0,5 + 1
	E	Lin. + Exp. + Oxy. + Cyc.	0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5
	F	Lin. + Exp. + Oxy. + Prop.	0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5
299	G(**)	Pend.	3
	H	Met. + Exp. + Oxy.	0,5 + 0,5 + 0,5
	I	Met. + Exp. + Pend. + Cyc.	0,5 + 0,5 + 0,5 + 1
	J	Met. + Exp. + Pend. + Prop.	0,5 + 0,5 + 0,5 + 1
	K	Met. + Exp. + Oxy. + Cyc.	0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5
	L	Met. + Exp. + Oxy. + Prop.	0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5

(**) Tratamiento control, Lin: Linuron, Met: Metobromuron, But: Butralina, Pend: Pendimetalina, Exp: Experimental(Oxadiargyl+Aclonifen), Oxy: Oxyfluorfen, Cyc: Cycloxydim, Prop: Propaquizafop, Aclo: Aclonifen

Los tratamientos se realizaron en postrasplante del tabaco (diez-quince días del trasplante). El control del efecto herbicida se efectuó entre diez y quince días después de la

aplicación, mediante el conteo de la flora observada en una superficie de un metro cuadrado, elegida al azar, mediante el lanzamiento de un aro de 0,1 m^2, diez veces en cada parcela elemental (tratamientos y testigos). La parcela elemental consta de cuatro filas de 25 plantas cada una para los tratamientos y de dos filas de 25 plantas cada una para los testigos. Las parcelas de ensayo presentan texturas franca, franco-arenosa y franco-arcillo-arenosa.

El método estadístico utilizado ha sido bloques completos al azar (seis tratamientos y tres repeticiones), con parcelas testigo para facilitar las observaciones sobre la eficacia de las distintas mezclas herbicidas. Los tratamientos se han atribuido aleatoriamente a cada bloque mediante una tabla de números aleatorios. Cada tratamiento se asigna una única vez a cada bloque. Una vez obtenidas las eficacias se realizó el Análisis de Varianza, comprobando los supuestos de normalidad, homocedasticidad, independencia y aditividad, efectuando el cambio de escala cuando los datos no satisfacen los supuestos establecidos. A continuación se efectúa la Prueba F, para probar la hipótesis nula. Si dicha prueba resulta significativa, se utiliza la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para establecer que tratamientos son significativamente diferentes y en su caso el Método de Dunnett (prueba de una cola), para comparar un control con cada uno de los distintos tratamientos que se ensayan (ensayos 199 y 299).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies adventicias con mayor incidencia en el cultivo son: *Amaranthus hybridus* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Chenopodium album* L., *Capsella bursa-pastoris* Moench., *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum* (Willd.) S. y M., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Polygonum* spp. (*lapathifolium* L., *persicaria* L., *hydropiper* L.), *Portulaca oleracea* L., *Solanum nigrum* L. y *Solanum physalifolium* Rusby.

Tabla 2. Resultados de la Prueba de Rango Múltiple de Duncan y Método de Dunnett

ENSAYO	ESPECIES	DUNCAN	DUNNETT (una cola)
197	*Amaranthus hybridus*	A,B,C,D,E>F	-
	Stellaria media	A,B,C,>F D>E,F	-
	Total adventicias	A>E,F B,C,D>F	-
198	No hay significación estadística		
298	*Echinochloa crus-galli*	K,I,J,L,G>H	-
398	*Polygonum* spp.	M,N,O,R,S>P	-
199	*Capsella bursa-pastoris*	B,C,D,E,F>A	Todos los tratamientos superan al control
	Polygonum spp.	B,C,D,F>A	El tratamiento **E** no supera al control
	Total adventicias	B,C,D,E,F>A	Todos los tratamientos superan al control
299	*Amaranthus hybridus*	H,I,J,K,L>G	Todos los tratamientos superan al control
	Total adventicias	H,I,J,K,L>G	Todos los tratamientos superan al control

(>) Diferencia significativa entre medias a nivel del 5%

En el ensayo 197, los tratamientos A, B, C y D, con diferencias significativas en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, presentan eficacias medias que superan el 70% y el 58% para el conjunto de dicotiledóneas y adventicias respectivamente. Por el contrario, se observa un descenso muy significativo en la eficacia de los distintos tratamientos en el control de monocotiledóneas (máximo 56%). En cuanto a las especies, destaca el 98% de eficacia media alcanzada por el tratamiento D en el control de *Amaranthus hybridus* y *Stellaria media* y únicamente un 56% en el tratamiento A para *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum*. Aunque no ha habido significación estadística en el ensayo 198, se puede destacar un considerable aumento de eficacia (superior al 85%) en el control de monocotiledóneas con relación al ensayo anterior. En el ensayo 298 los tratamientos I, J y K alcanzan valores superiores al 96% de eficacia media en el control de las monocotiledóneas. Destacar la escasa incidencia de monocotiledóneas en el ensayo 398, presentando los tratamientos N y R valores similares de eficacia media (en torno al 96%) para dicotiledóneas y adventicias. En los ensayos 199 y 299 se utilizaron herbicidas antigramíneas específicos. Debido a la escasa aparición de monocotiledóneas en el ensayo 199 no se puede extraer ninguna conclusión respecto al comportamiento de las mezclas en el control de las monocotiledóneas. En el ensayo 299, la mezcla I, que lleva en su composición Cycloxydim, presenta los valores más elevados de eficacia sobre el total de monocotiledóneas (94,1%), aunque resulta notable que tanto la mezcla H que no lleva herbicida antigramíneas, como el control, hayan alcanzado una eficacia superior a las dos mezclas con Propaquizafop. En el conjunto de adventicias, la eficacia media más elevada fue alcanzada por el tratamiento F (89%) en el ensayo 199 y por el tratamiento L (92,6%) en el ensayo 299.

CONCLUSIONES

Se enumeran únicamente las mezclas ($L.ha^{-1}$) que han presentado mejores resultados para el conjunto de adventicias:

* Metobromuron 0,5 + (Oxadiargyl + Aclonifen) 0,5 + Oxyfluorfen 0,5 + Propaquizafop 0,5
* Linuron 0,5 + (Oxadiargyl + Aclonifen) 0,5 + Oxyfluorfen 0,5 + Propaquizafop 0,5
* Linuron 0,5 + Oxyfluorfen 1

Indicar que el Metobromuron tiene como plazo máximo de utilización el 31/12/ 2003.

Por último:

i. En los tratamientos propuestos hay siempre una reducción del volumen de herbicida a utilizar, en relación con el tratamiento control, lo que conlleva una disminución del impacto ambiental causado por estos productos.

ii. Se dispone de tratamientos con menor coste que el del control.

iii. El empleo de sustancias activas complementarias amplía la eficacia de los tratamientos y se impide la selección de flora resistente.

iv. No se ha constatado parada vegetativa y la tolerancia a las distintas mezclas ha sido satisfactoria.

AGRADECIMIENTOS

A D. Anibal Arias Carbajo y D. José Luis Valencia Delfa, por su inestimable ayuda. A D. José Luis Villarías Moradillo, director de la Tesis, que desde un principio me animó en su elaboración.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, V. y McLEAN, R. (1974). *Desing of experiments. A realistic Approach*. New York; Basel: Marcel Dekker, Inc., 418 pp.

CHIN CHUN LI. (1969). *Introducción a la estadística experimental*. Traducido por Griselda Ribó. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 496 pp.

LITTLE, T. M. y HILLS, F. J. (1991). *Métodos estadísticos para la investigación en agricultura.* Traducido por Anatolio de Paula Crespo. 2ª reimpr. de la 2ª ed. Méjico: Trillas. 270 pp.

TABERNER PALOU, Andreu (1996). *Biología de "Lolium rigidum Gaud." como infestante del cultivo de cebada. Aplicación al establecimiento de métodos de control.* Tesis doctoral. Universidad de Lérida, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, Lérida,. 125 pp.

TEJEDOR TEJEDOR, F. J. (1999). *Cuadernos de estadística. Análisis de varianza.* Madrid: La Muralla S.A., 132 pp.

VIGGIANI, P y ANGELINI, R.. (1998). *Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento. Graminacee*. Milán: Edagricole, 352 pp.

VIGGIANI, P. (1991) *Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento. Dicotiledoni*. Milán: Edagricole, 271 pp.

VILLARÍAS MORADILLO, J.L. (1996) *Tratamientos herbicidas con dosis reducidas en remolacha azucarera*. Agricultura, 768, pp. 596-603

VILLARÍAS MORADILLO, J. L. (2000) *Atlas de malas hierbas*. 3ª ed., rev. y amp. Madrid; Barcelona; México: Mundi – Prensa, 536 pp.

Summary: An application of the herbicide low rate concept in the tobacco crop Havana type in the area of "el Bierzo". The results are described when applying tobacco post-plant, mixtures of nine actives substances by the herbicide low rate concept, for the control of the crop flora in the area of "el Bierzo". The best results for the whole of the adventitious species were obtained with the mixtures ($L.ha^{-1}$) "Linuron 0,5 + Oxyfluorfen 1", "Linuron 0,5 + (Oxadiargyl+Aclonifen) 0,5 + Oxyfluorfen 0,5 + Propaquizafop 0,5" and "Metobromuron 0,5 + (Oxadiargyl+Aclonifen) 0,5 + Oxyfluorfen 0,5 + Propaquizafop 0,5", reaching average efficiencies of 73,7%, 89% and 92,6% respectively.

Key words: *Nicotiana tabacum*, Oxyfluorfen, Linuron

¿ES RENTABLE REALIZAR TRATAMIENTOS LOCALIZADOS CONTRA LA AVENA LOCA?

C. Fernandez-Quintanilla, D. Ruiz, J. Barroso[1],
[1] Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115 B, 28006 Madrid.
cesar@ccma.csic.es

Resumen: Evaluaciones georeferenciadas de las infestaciones de avena loca (*Avena sterilis* L.) presentes en campos de cereales distribuidos por diversas zonas de España indican que el coste de las pérdidas de rendimiento causadas por dichas infestaciones suelen ser menores que el coste de un tratamiento herbicida a toda la superficie. Aunque la realización de tratamientos localizados puede mejorar substancialmente los beneficios netos obtenidos, la rentabilidad de este tipo de tratamientos depende del rendimiento potencial del cultivo (empieza a ser rentable a partir de 3 Tn/ha) y de la proporción del campo que esta infestado (es rentable cuando <30% del campo esta infestado). El tamaño de los rodales individuales y la resolución espacial a la que se realizan los tratamientos herbicidas también son importantes. Rodales de tamaño grande o mediano pueden ser tratados con una resolución de 12m x 12m con un coste razonable y buena rentabilidad. En cambio, la realización de tratamientos a rodales pequeños, con una resolución de 3m x 3m, es inviable debido a su elevado coste tecnológico
Palabras clave: *Avena sterilis*, pérdidas de cosecha, nivel de rendimientos, tamaño de rodales, resolución de tratamientos.

INTRODUCCIÓN

Las malas hierbas suelen presentar una distribución agregada ("en rodales") dentro de un campo. Una de las principales implicaciones prácticas de dicho patrón de distribución es la posibilidad de reducir substancialmente el empleo de herbicidas, bien sea aplicando estos productos unicamente en los rodales en los que la densidad de malas hierbas sea superior a un cierto umbral o bien ajustando las dosis aplicadas a las densidades de malas hierbas presentes en cada zona (CUSSANS, 1992). La rentabilidad de estos tratamiento "localizados" dependerá probablemente del rendimiento potencial del cultivo (y de su valor económico), de la proporción del campo que esta infestado, del tamaño de los rodales y del coste de las tecnologías requeridas para la evaluación de los rodales y el tratamiento de los mismos.

Estudios económicos llevados a cabo en zonas semiáridas de Estados Unidos indican que la rentabilidad de los tratamientos herbicidas realizados en cultivos cerealistas es marginal (SCOTT y PEEPER, 1994). Dado el alto coste de los herbicidas específicos para avena loca y los bajos niveles de rendimiento habituales en grandes zonas de nuestro país, la pregunta sobre la rentabilidad de dichos tratamientos adquiere una especial relevancia.

El objetivo del presente trabajo fue examinar la viabilidad económica del empleo de tratamientos localizados contra avena loca en cultivos cerealistas de zonas semiáridas españolas. Se consideraron cuatro factores: el nivel de rendimiento del campo, la proporción del campo infestado con diferentes densidades, el tamaño de los rodales presentes y la posibilidad de realizar tratamientos con diferentes resoluciones espaciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Evaluación de campos.

Durante el mes de junio de 2002 se evaluaron un total de 15 campos de cereales infestados con avena loca y distribuidos por cinco provincias (Madrid, Albacete, Valladolid, Lérida y Tarragona). El tamaño medio de los campos evaluados fue de 12,7 ha, lo que supone un total de 190 ha muestreadas. Las evaluaciones se realizaron en el momento de la cosecha desde la cabina de una cosechadora de precisión dotada de sistema de geoposicionamiento (DGPS) y sensores de cosecha y de humedad. El sistema de evaluación utilizado consideraba cuatro niveles de infestación: 0 (<0,1 panícula de avena/m^2), 1 (0,1-1 panículas/m^2), 2 (1-10 panículas/m^2) y 3 (>10 panículas/m^2). Estos cuatro valores fueron introducidas directamente en el monitor de la cosechadora cuando esta atravesaba una zona con dicha densidad. Al finalizar la recolección de cada campo se extrajeron dos archivos: uno de cosecha y otro de infestación.

Los niveles de pérdidas de cosecha estimados para los cuatro niveles de infestación fueron los siguientes: 0→0% de pérdidas, 1→8% de pérdidas, 2→15% de pérdidas y 3→30% de pérdidas. Con objeto de estimar los consumos de herbicidas que sería necesario aplicar para prevenir dichas pérdidas se consideró que las zonas con nivel 0 de infestación no recibirían ningún tratamiento (100% de ahorro de herbicida), el nivel 1 se trataría con imazametabenz a ¼ de dosis (75% de ahorro), el nivel 2 con media dosis (50% de ahorro) y el nivel 3 se trataría con la dosis completa (0% de ahorro).

Estudio de simulación.

Un modelo celular sencillo fue construido en una hoja de cálculo para representar un campo de 0,92 has (96m x 96m) dividido en 1024 celdas individuales de 9 m^2 (3m x 3m). Se generaron doce patrones diferentes de distribución espacial combinando tres porcentajes de infestación (64, 30 y 14% del campo infestado) con cuatro patrones de agregación de dicha infestación (agregada en 1, 2, 4 y 9 rodales). Se consideraron tres niveles de resolución espacial a la hora de realizar los tratamientos herbicidas: 3x3, 6x6 y 12x12 m. La resolución de 3x3 m implicaría que cada boquilla del pulverizador es controlada independientemente (p.ej. boquillas de inyección). La resolución 6x6 m implicaría un control independiente de la mitad de la barra de pulverización (de 12m de larga) que sería conectada/desconectada en tramos de 6 m. La

resolución de 12x12 m implicaría conectar/desconectar la barra completa en tramos de 12 m.

El modelo estimaba las pérdidas de cosecha producidas en cada celda (y en el conjunto del campo) como consecuencia de la competencia ejercida por la avena loca y los ahorros de herbicida obtenidos mediante la realización de tratamientos localizados. Considerando estos dos factores así como los costes tecnológicos asociados a cada sistema, el modelo calculaba los beneficios netos obtenidos en cada situación, utilizando para ello unos parámetros representativos de la producción de cereales en la zona Centro de España.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los mapas de infestación obtenidos en los 15 campos estudiados, un 45,1% de la superficie estaba prácticamente libre de avena loca, un 37,3% presentaba infestaciones ligeras (0,1-1 panícula/m^2), un 13% presentaba infestaciones moderadas (1-10 panículas/m^2) y solo un 4,6% tenía infestaciones superiores a 10 panículas/m^2. Utilizando estas cifras globales y las estimaciones de pérdida de cosecha causadas por dichos niveles de infestación, se estimó que el coste medio de perdida de cosecha en las 190 ha prospectadas fue de 21,4 €/ha. Dicho coste fue claramente inferior al coste asociado a un tratamiento herbicida sobre toda la superficie (54,1 €/ha), indicando que este tratamiento no hubiera sido económicamente rentable en dichas condiciones. La realización de un tratamiento localizado, ajustando la dosis a la densidad de avena de cada zona, supondría, según nuestras estimaciones, un 69% de ahorro en el consumo de herbicida. Aunque el coste de dicho tratamiento se reduciría a solo 16,9 €/ha, el coste total de este sistema seguiría siendo algo superior al valor de las pérdidas evitadas considerando que el tratamiento localizado tendría un coste adicional de 9 €/ha ("coste tecnológico").

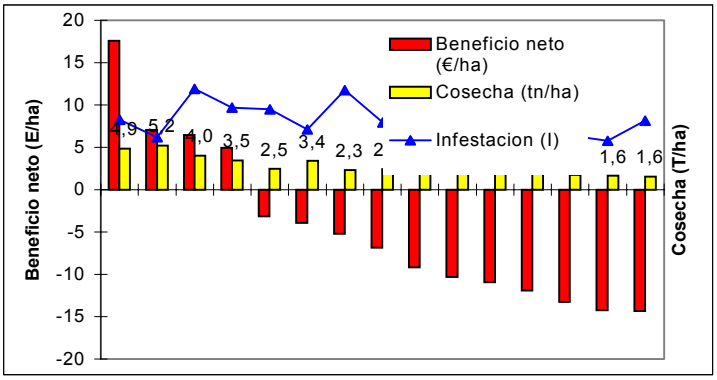


Figura 1. Beneficios netos derivados de la realización de tratamientos localizados con herbicidas (valores estimados) y niveles medios de cosecha y de infestación de avena loca en los quince campos prospectados.

Dentro de los campos prospectados había una gran diversidad en sus niveles de infestación y en sus niveles de cosecha. Considerando individualmente cada uno de los campos se puede apreciar que los beneficios netos oscilaban entre 18 y –14 €/ha (Fig. 1). Los únicos cuatro campos que presentaban rentabilidades positivas tenían

rendimientos del cultivo superiores a las 3,5 Tn/ha. Los tres campos con rentabilidades más negativas fueron aquellos con unos niveles de cosecha entre 1,6 y 1,8 Tn/ha. El nivel de infestación presente en cada campo no parecía tener un efecto determinante en la rentabilidad de los tratamientos.

Los resultados del estudio de simulación indican que al aumentar la proporción del campo infestada por la avena loca disminuye la rentabilidad de los tratamientos localizados. Cuando un 64% del campo estaba infestado la utilización de este tipo de tratamientos nunca era rentable. En cambio, los tratamientos eran siempre rentables con menos del 30% del campo infestado (Fig. 2 a).

La resolución espacial con la que se realizaban los tratamientos también condicionaba su rentabilidad. Considerando un campo en el cual el 30% de su superficie estaba infestada, los mayores beneficios netos se obtenían cuando se utilizaba la resolución más gruesa (12m x 12m). El empleo de la resolución más fina (3m x 3m) producía siempre beneficios netos negativos (Fig. 2 b). Las rentabilidades obtenidas dependían de la interacción número de rodales presentes-resolución del tratamiento. Con un solo rodal, los beneficios netos oscilaban desde 6 €/ha (tratamiento: 12m x 12m) hasta –9 €/ha (tratamiento: 3m x 3m). En cambio, cuando había más de cuatro rodales la mayor rentabilidad se obtenía con una resolución intermedia (6m x 6m).

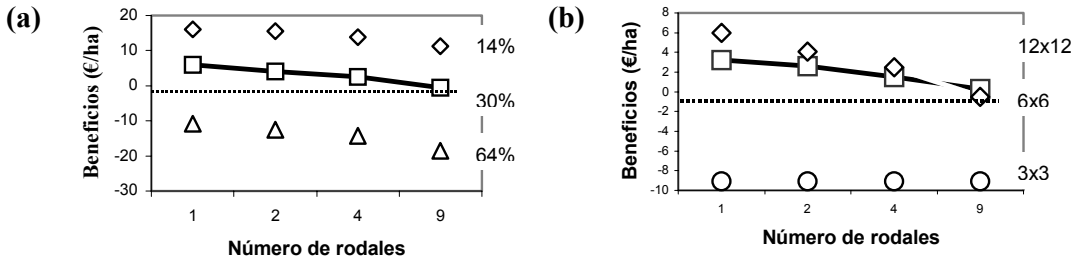


Figura 2. Influencia de la proporción del campo infestado (a), de la resolución de los tratamientos (b) y del número de rodales presentes sobre los beneficios netos de los tratamientos localizados

BIBLIOGRAFIA

CUSSANS, G.W. (1992). Identifying ways of optimising herbicide use in crops. Proceedings 1st International Weed Control Congress, Melbourne, Australia, 208-214

SCOTT, R.C. y PEEPER, T.F. (1994). Economic returns from broadleaf weed control in hard red winter wheat (*Triticum aestivum*) Weed Technology 8, 797-806

Summary: Are profitable patch spraying treatments for wild oats? The economic benefits of using patch spraying for the control of wild oats are likely to be related to the potential crop yield, the proportion of the field that is weed-infested, the size of weed patches and the spatial resolution of spraying technologies. In this paper we explore the actual distribution patterns of wild oat patches in comercial fields and we estimate the economic benefits in various types of situations.

Key words: *Avena sterilis,* yield loss, yield level, patch size, spray resolution

COMPARACION ENTRE TRES ESTRATEGIAS DE CONTROL QUÍMICO DE LA AVENA LOCA

J. Barroso, C. Fernandez-Quintanilla, D. Ruiz[1]
[1] Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115 B, 28006 Madrid.
judit@ccma.csic.es

Resumen: Se han comparado dos estrategias de tratamiento uniforme de herbicidas sobre toda la superficie (aplicación a dosis completa y aplicación a dosis media) con una estrategia de tratamientos localizados (ajustando la dosis de acuerdo a la infestación de avena loca presente en cada zona del campo). Los resultados muestran distintos niveles de control de la mala hierba y distintos rendimientos dependiendo de la estrategia utilizada, destacando un buen control con la dosis recomendada, un control algo inferior con la dosis media (produciendo aproximadamente un 10% de pérdidas de cosecha) y un control relativamente variable con la estrategia de dosis ajustadas. Independientemente de la estrategia de tratamientos utilizada, las características del suelo fueron decisivas para determinar el nivel de rendimientos obtenido.
Palabras clave: *Avena sterilis*, imazamethabenz, pérdidas de cosecha.

INTRODUCCIÓN

La avena loca (*Avena sterilis*) es una mala hierba que produce importantes daños en la producción cerealista española. El uso de herbicidas como medio de lucha contra esta mala hierba es una práctica muy extendida entre los agricultores cerealistas. Sin embargo, el alto coste de estos productos reduce considerablemente la rentabilidad económica de los tratamientos. Una posible estrategia para reducir dicho coste es reducir la dosis de aplicación de los productos (STOUGAARD et al., 1997; WILLE et al., 1998). Otra posibilidad es ajustar la dosis del producto a la densidad de infestación presente en cada zona del campo (LUSCHEI et al., 2001). El objetivo de este ensayo fue la de evaluar el comportamiento de tres estrategias de tratamiento herbicida con imazamethabenz, cuantificando su influencia sobre el control de la avena loca y sobre el rendimiento del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue llevado a cabo en la finca experimental "La Poveda" en Arganda del Rey (Madrid) en una parcela de 1.8 ha. Un cultivo de cebada var. Barbarrosa fue establecido durante los años 2001, 2002 y 2003 utilizando prácticas habituales en la zona. La

parcela presentaba originalmente una considerable heterogeneidad en las infestaciones de avena loca, pudiendo distinguirse cuatro zonas: con alta infestación (> 100 plantas m^{-2}), con infestación moderada (10-100 plantas m^{-2}), con infestación baja (1-10 plantas m^{-2}) y no infestada.

El diseño del experimento fue un factorial completo con cuatro bloques y con seis parcelas por bloque o repeticiones, correspondiendo los bloques a zonas con diferentes densidades de población de avena loca. Los cuatro bloques con sus respectivas seis parcelas se distribuyeron a lo largo del campo de acuerdo al mapa de infestación de avena loca llevado a cabo en la cosecha del año previo al inicio del experimento (Fig. 1).

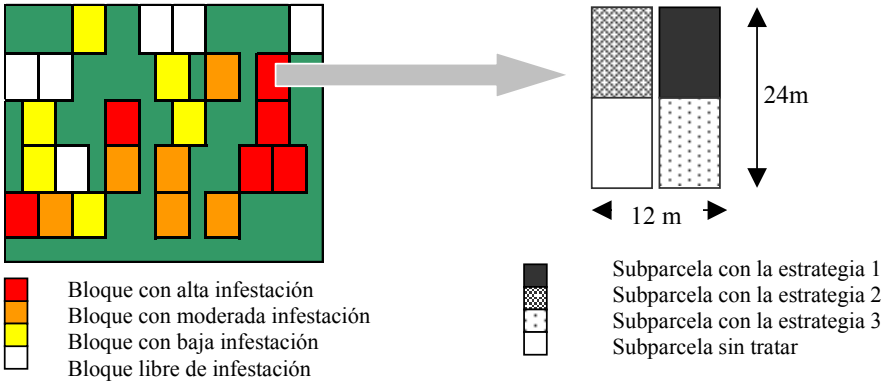


Figura 1. Esquema de la situación de los bloques en el campo de estudio así como de las subparcelas dentro de cada parcela.

En cada parcela se establecieron cuatro subparcelas correspondiendo a las diferentes estrategias de tratamiento herbicida (Fig 1). La estrategia 1 consistía en aplicar el herbicida (imazamethabenz) uniformemente sobre todo el campo a la dosis recomendada (2 l ha^{-1}). La estrategia 2 consistía en aplicar el herbicida a mitad de dosis (1 l ha^{-1}) uniformemente en todo el campo. La estrategia 3 consistía en realizar tratamientos localizados, ajustando la dosis de herbicida en función del nivel de infestación de la zona (Alta: 2 l ha^{-1}; Moderada: 1 l ha^{-1}; Baja: 0,5 l ha^{-2}; Nula: sin tratar). La cuarta subparcela se mantenía sin tratar como testigo.

Los tratamientos se realizaron cuando el cultivo se encontraba en estado de tres-cuatro hojas utilizando dos tipos de pulverizadores. Para los tratamientos a dosis completa y dosis media se empleo un pulverizador comercial con un ancho de barra de 6 m. Para los tratamientos a cuarto de dosis realizados dentro de la estrategia 3 se utilizó un pulverizador de ensayos con un ancho de barra de 3 m.

La densidad de avena loca fue estimada en cada subparcela dos veces a lo largo del ciclo de cultivo, previamente a la aplicación herbicida y momentos antes de la recolección, utilizando una escala con cuatro categorías (**0**: <1 plántula m^{-2} / 0,1 panículas m^{-2}; **1**: 1-10 plántulas m^{-2} / 0,1-1 panículas m^{-2}; **2**: 10-100 plántulas m^{-2} / 1-10 panículas m^{-2}; **3**: > 100 plántulas m^{-2} / 10 panículas m^{-2}). El rendimiento de grano de cada subparcela fue obtenido con una microcosechadora de 1.3 m de peine.

Se plantearon los siguientes análisis: Para el estudio de la influencia de las diferentes estrategias de tratamiento sobre el control de avena loca se utilizó estadística no paramétrica puesto que la infestación se había estimado con una escala de cuatro niveles. Los test utilizados fueron el de Kruskal-Wallis para detectar diferencias significativas entre las diferentes estrategias de tratamiento y el test de Mann-Whitney para determinar los pares de estrategias significativas. Para el estudio de la influencia de las diferentes estrategias de

tratamiento sobre el rendimiento de cebada se utilizó el Modelo Lineal General ANOVA con dos factores fijos cruzados (estrategia de tratamiento y nivel de infestación inicial de avena loca) y un factor aleatorio anidado (la situación de la parcela de acuerdo a la infestación inicial de avena loca). Para cada bloque se realizó además un ANOVA con un factor fijo (tratamiento aplicado) y un factor aleatorio (parcela) con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre las distintas estrategias de tratamiento y un test Pos-Hoc con tratamiento DMS (Mínimas Diferencias Significativas) para determinar cuales eran dichas estrategias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Control de avena loca

La eficacia de control obtenida en cada una de las parcelas fue estimada por la diferencia entre el nivel de infestación presente en la cosecha y antes de la aplicación del herbicida. Un valor de 0 indicaría que no ha habido ningún control, un nivel de –1 indicaría que se ha reducido el nivel de infestación en un grado (p. ej. de 2 a 1) y un nivel de –3 indicaría una disminución de tres grados (de 3 a 0) en el nivel de infestación, el máximo posible.

En el año 2001 el comportamiento de la estrategia 1 (Dosis completa) fue excelente, con un control prácticamente de un 100% en las 24 subparcelas tratadas (mediana: -2)(Fig. 2). La estrategia 2 (Dosis media) no permitió controlar las infestaciones más elevadas, no llegando a obtener valores de –3 en ninguna de las 6 subparcelas con densidades de avena superiores a 100 plantas m^{-2}. En este tratamiento la mediana esta concentrada en torno a –1, lo que indica que en general se disminuyó en un grado la infestación de avenas (Fig. 2). La estrategia 3 (Dosis ajustadas al nivel de infestación) fue la que peor controló la infestación de avenas locas, con la mediana en torno al cero (indicando que no existe modificación con respecto a la situación anterior). De hecho, en 5 de las 24 subparcelas tratadas de esta forma no sólo no se eliminó la infestación si no que esta aumentó. Esto ocurrió principalmente en las parcelas que, por su baja densidad de avena, no recibieron tratamiento y en aquellas que lo hicieron con un cuarto de dosis. Sin embargo, en aquellas parcelas en las que la infestación era elevada y se aplicó la dosis completa el control estuvo en torno al 100%. Estas diferencias entre estrategias fueron significativas de acuerdo con el test de Kruskall Wallis. El test de Mann-Whitney señala que fueron significativas la estrategia 1 con la 2 (Coeficiente de significación P = 0,013) y la 1 con la 3 (P = 0,005).

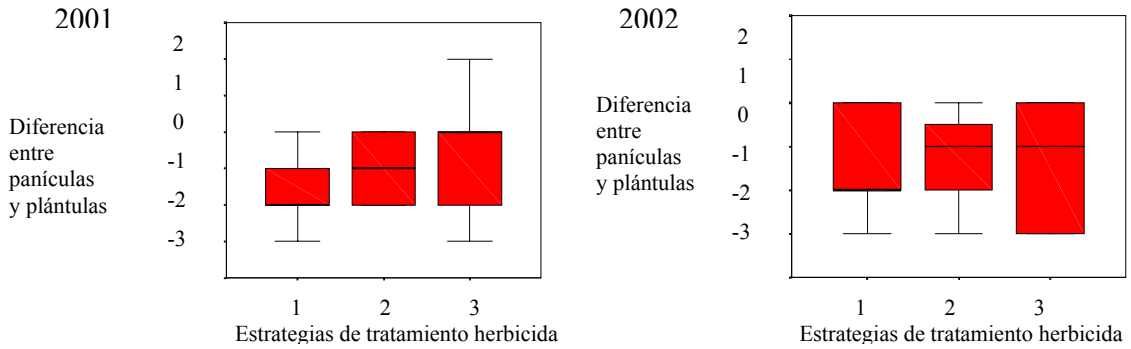


Figura 2. Gráfico de Box-Wiskers de las estrategias de tratamiento herbicida con respecto a la diferencia de plantas de avena presentes en el momento de la cosecha y en el de aplicación del herbicida. Datos del año 2001 y 2002.

En el año 2002 el comportamiento de las estrategias 1 y 2 fue similar al observado el año anterior (con medianas de –2 y –1 respectivamente). En el caso de la estrategia 3 su comportamiento fue mejor que en el año anterior, con una mediana de –1 y sin que se produjeran incrementos en la infestación en ningún caso (Fig. 2). Este año, de acuerdo con el test de Kruskal Wallis, no se observaron diferencias significativas entre las diferentes estrategias de tratamiento en relación al control de la avena loca.

Rendimiento de la cebada

En el año 2001 los mayores rendimientos (media: 2.579 kg ha^{-1}) fueron obtenidos en la estrategia 1 (Dosis completa), no observándose diferencias significativas con los obtenidos con la estrategia 3 (Dosis ajustada a la zona). El rendimiento obtenido en la estrategia 2 (Dosis media) fue un 10,6% menor con respecto al de la estrategia 1 (P = 0,01). En el año 2002 los mayores rendimientos (media: 2.088 kg ha^{-1}) volvieron a corresponder a la estrategia 1, con unas pérdidas de cosecha de 12,5 y de 10,1% en las estrategias 2 y 3 (P = 0,002 y P = 0,000 respectivamente).

Es interesante constatar el hecho de que, independientemente de las estrategias utilizadas en cada subparcela, el rendimiento del cultivo ha estado muy determinado por la posición de las parcelas en el campo. Aunque dicha posición obedecía originalmente a los diferentes niveles de infestación de avena loca, al eliminar el factor competencia mediante los tratamientos herbicidas, este factor no sirve para explicar las diferencias observadas. Un análisis detallado de las propiedades del suelo en las diferentes zonas ha permitido asociar la posición de las parcelas con diferencias en la textura y materia orgánica de los suelos. En este sentido, se ha puesto de manifiesto el papel fundamental que juega el suelo en los rendimientos del cultivo, enmascarando frecuentemente las diferencias atribuibles a la presencia de malas hierbas.

BIBLIOGRAFÍA

LUSCHEI, E.C.; VAN WYCHEN, L.R.; MAXWELL, B.D.; BUSSAN, A.J.; BUSCHENA, D. y GOODMAN, D. (2001). Implementing and conducting on-farm weed research with the use of GPS. Weed Science, 49, 536542

STOUGAARD, R.N.; MAXWELL, B.D. y HARRIS J.D. (1997). Influence of application timing on the efficacy of reduced rate post emergence herbicides for wild oat (*Avena fatua*) control in spring barley (*Hordeum vulgare*). Weed Technology, 11, 283-289.

WILLE, M.J.; THILL, D.C. y PRICE, W.J. (1998). Wild oat (*Avena fatua*) seed production in spring barley (*Hordeum vulgare*) is affected by the interaction of wild oat density and herbicide rate. Weed Science, 46, 336-343.

Summary: A comparison of three strategies for chemical control of wild oats. Three management strategies (blanket spray at full and half rates and patch spray adjusting the rates to wild oat density) were compared in a winter barley field during two years. The best control levels were obtained with the blanket treatments at full rates. Using half rates reduced slightly both, wild oat control and barley yields. The site specific approach resulted in higher variability in the control levels, with some control failures in areas of low density of wild oats. Soil fertility played a major role in determining barley yields, covering the differences produced by the presence of weeds.

Key words: *Avena sterilis,* imazamethabenz, yield loss.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

SIMCE: SISTEMA DE SOPORTE A LA DECISIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PLÁNTULAS DE MALAS HIERBAS EN CEREALES

J.L. González-Andújar[1], J. Polo[1], C. Fernández-Quintanilla[2]
[1]Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC), Dpto. Protección de Cultivos, Apdo.4084, 14080 Córdoba. andujar@cica.es. [2]Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC). Madrid

Resumen: La tecnología de la información puede ser de gran utilidad en la agricultura propiciando la transferencia de tecnología. Dentro de este contexto ha sido desarrollado SIMCE como un sistema de ayuda en la identificación de plántulas de malas hierbas en cereales, combinando información de texto e imágenes en una estructura de sistema experto. SIMCE ha sido desarrollado en dos versiones una para PC que trabaja bajo entorno Windows 98 y XP, requiere 16 Mb de memoria RAM y 40 Mb de espacio en el disco duro y otra para su uso en la Web.
Palabras clave: Sistema experto, Web, Tecnología de la información

INTRODUCCION

La tecnología de la información ofrece una nueva dimensión para la transferencia de conocimiento a los técnicos y agricultores (GONZALEZ-ANDUJAR, 1995). Dentro de la tecnología de la información, los sistemas de soporte a la decisión (SSD) son los de mayor utilidad en Malherbología (GONZALEZ-ANDUJAR, 2003; KNIGHT, 1997), especialmente los orientados a la identificación de plántulas de malas hierbas. Estos sistemas ayudan a la identificación de las malas hierbas basándose en soporte de texto y/o imágenes. Así por ejemplo y ciñéndonos a nuestro país, GONZÁLEZ-ANDÚJAR *et al*. (1990) desarrollaron un SSD (SIEXMAL), basado en un sistema experto y una base de datos visual, para ayudar a la identificación de 45 plántulas de malas hierbas. SIEXMAL estuvo a disposición pública a través del antiguo servicio de Videotext del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Otro sistema desarrollado en nuestro país ha sido WEED-ONE (OLMOS y RECASENS, 1995) diseñado para el reconocimiento visual de plántulas de malas hierbas. Se utiliza con fines educativos y consiste en una colección de diapositivas, una base de datos multimedia y un módulo de auto evaluación, que contiene un centenar de especies.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

SIMCE (**S**istema de **I**dentificación de **M**alas hierbas en **CE**reales) esta orientado a la ayuda en la identificación de las malas hierbas en estado de plántulas mas importantes en sistemas cerealistas utilizando información de texto, gráfica y fotográfica . Su estructura se corresponde con un sistema experto basado en reglas (GONZALEZ-ANDUJAR y RECIO, 1996) junto con una base de datos. Su base de datos incluye información e imágenes sobre un total de 11 especies de dicotiledóneas y 14 de gramíneas. Se han desarrollado dos versiones del programa. Una versión para PC ha sido desarrollada en Visual-Basic y trabaja bajo entorno Windows 98 y XP, requiere al menos 16 Mb de memoria RAM y unos 40 Mb de espacio en el disco duro (Fig. 1). La otra versión podrá ser consultada a través de una página Web (Fig. 2).

Actualmente nos encontramos en el proceso de mejoramiento del sistema y validación del mismo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia y Tecnología a través del proyecto AGL2002-3801.

BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J. L. (1995). Uso de la Tecnología de la Información en la transferencia de tecnología. Boletín de la Sociedad Española de Malherbología, 18,22-27.

GONZALEZ-ANDUJAR, J.L. (2003). Los Sistemas de Soporte a la Decisión en protección de cultivos: Su utilización en Malherbología. Phytoma España**,** 146,37-40.

GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J.L.; RODRIGUEZ, J. Y NAVARRETE, L.(1990). Development of a prototype expert system (SIEXMAL) for identification of weeds in cereals. Proc. European Weed Research Society, Integrated Weed Management in Cereals: 429-434.

GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J L; RECIO, B. (1996). Aplicación de los Sistemas Expertos en Agricultura. Ed.. MAPA-Mundi-Prensa. Madrid, pp: 76

KNIGHT, J.D. (1997). The role of support systems in integrated crop protection. Agriculture, Ecosystems and Environment 64, 157-163.

OLMO, J.J. ; RECASENS, J. (1995). Weed-one: Sistema multimedia de enseñanza asistida por ordenador para el aprendizaje en el reconocimiento visual de plántulas de malas hierbas. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología :109-117.

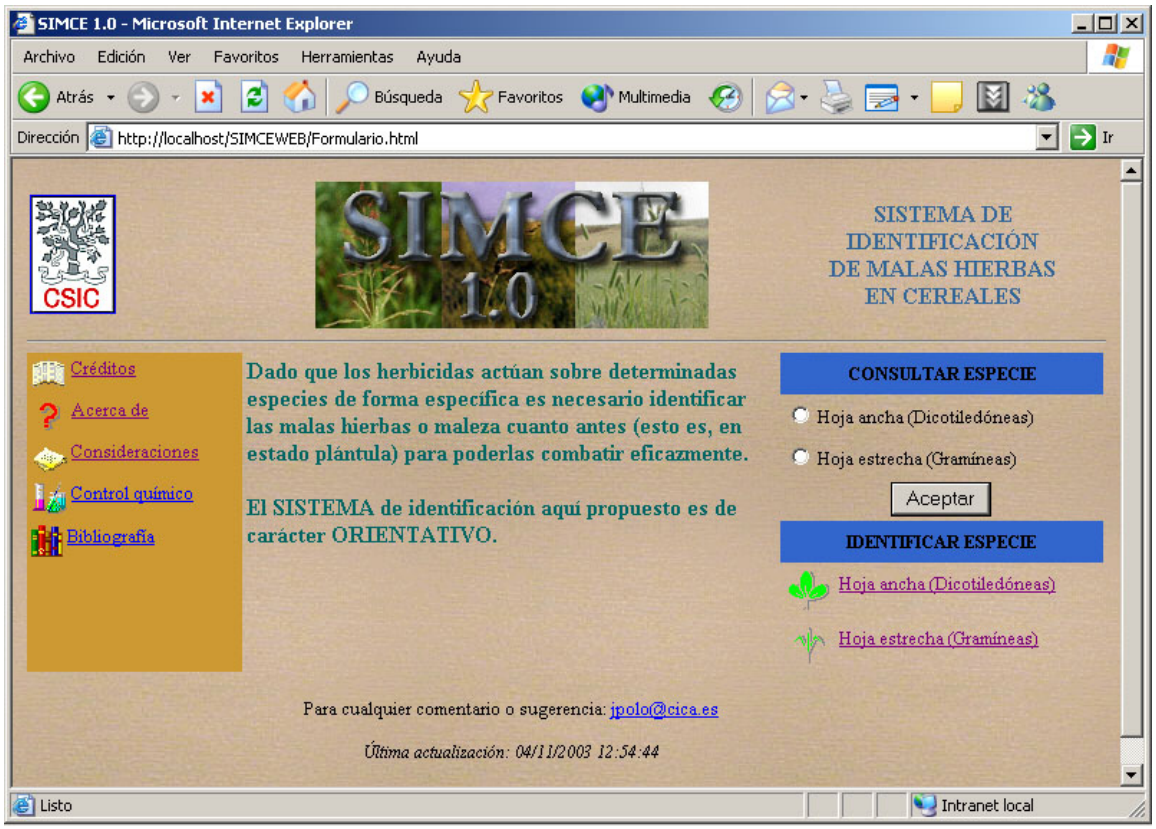
Summary: SIMCE: A Decision Support System for weed seedling identification in cereals. Information Technology can be of great help in the agriculture by propitiating the technology transfer from researches to the farmer and extension services. Inside this context, SIMCE has been developed as a help to seedling weed identification in cereals, combining text information and images under an expert system structure. Two versions of SIMCE have been developed . One is a PC version that operate under Windows 98 and XP, requires 16 Mb of RAM and 40 Mb of hard disk and the second one is a web-based system.

Key words: Expert system, Web, Information Technology.

Figura 1. Portada de SIMCE en la versión PC



Figura 2. Portada de SIMCE en la versión Web.



MODELIZACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE *Phalaris brachystachys.* L EN UN SISTEMA DE ROTACION TRIGO-GIRASOL

F. Abascal[1], J. L. González-Andújar[2] y M. J. Jiménez Hidalgo[3]
[1]Facultad de Agronomía y Zootecnia. UNT. Tucumán, Argentina. abascal@manat.unt.edu.ar
[2]Instituto de Agricultura Sostenible. CSIC. Alameda del Obispo, Córdoba.
[3] Dpto. de Sanidad Vegetal, Delegación Provincial de Córdoba; Alameda del Obispo, Córdoba.

Resumen: Se ha modelizado la dinámica de poblaciones de *P. brachystachys, e*n un sistema de rotación de cultivos bajo diferentes escenarios de control. Tres escenarios han sido considerados: a) Sin medidas de control; b) aplicación de un herbicida que controla el 90% y c) aplicación de un herbicida que controla el 98%. Los resultados obtenidos muestran que bajo los dos primeros escenarios no es posible controlar la población, siendo necesario un control mínimo del 98% para reducir la población de esta mala hierba.
Palabras clave: Sistema de Soporte a la Decisión; herbicida; banco de semillas; regulación dependiente de la densidad.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cereales en España alcanza actualmente unos 6 millones de has de las cuales 2 millones se encuentran ocupadas con trigo (M.A.P.A., 2002). Uno de los principales problemas de los cultivos invernales, lo constituyen las malas hierbas gramíneas, entre las que se encuentran los alpistes (*Phalaris* ssp.). Este género se distribuye ampliamente por todo el mundo, siendo frecuente en las regiones mediterránea y subtropical. Así GONZÁLEZ-ANDÚJAR Y SAAVEDRA (2003) determinan, luego de analizar la distribución espacial de las malas hierbas gramíneas en campos con cereales en la región de Andalucía, que después de *Avena sterilis L.* y *Lolium rigidum G.*, le siguen en importancia especies del género Phalaris encontrando que un 17% de los campos evaluados presentan infestación por *Phalaris brachystachys L.*

Phalaris brachystachys es una gramínea termófila con un ciclo perfectamente adaptado al de los cultivos de invierno, los cuales en gran parte se hacen bajo un sistema de rotación con cultivo de girasol (*Helianthus annus L.*). Considerando un sistema de rotación trigo-girasol se han realizado estudios sobre la biología de esta mala hierba para determinar experimentalmente los parámetros demográficos que definen la dinámica de estas poblaciones (JIMENEZ HIDALGO, 1993). Los estudios biológicos pueden ser complementados con

modelos matemáticos que permitan simular y predecir la evolución de las poblaciones en el tiempo (GONZÁLEZ-ANDÚJAR y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1991; COUSENS y MORTIMER, 1995) y ayudar a los agricultores o técnicos a ser más eficientes en la toma de decisiones (GONZÁLEZ-ANDÚJAR, 1995).

En este trabajo modelizamos la dinámica de poblaciones de *P. brachystachys e*n rotación trigo-girasol bajo diferentes escenarios de control como un primer paso para el desarrollo de un Sistema de Ayuda a la Decisión.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sistema de cultivo analizado considera la rotación trigo-girasol, y el uso de herbicidas antigramíneos, al inicio del cultivo de trigo, modificando el porcentaje de control de los mismos. Los parámetros demográficos usados en el modelo fueron estimados mediante ensayos experimentales dispuestos en 2 localidades: Trinidades (Córdoba) y Tomejil (Sevilla), con suelos vertisoles, durante 3 años agrícolas consecutivos, desde 1987 a 1990 (JIMENEZ HIDALGO, 1993).

La modelización de la dinámica de poblaciones del alpiste se ha realizado siguiendo el modelo de estados funcionales con dos banco de semillas (profundo y superficial) y regulación dependiente de la densidad de la fecundidad mediante un modelo hiperbólico (GONZALEZ-ANDUJAR y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1993) (Fig. 1). La parametrización del modelo se ha realizado con los valores obtenidos por JIMENEZ HIDALGO (1993).

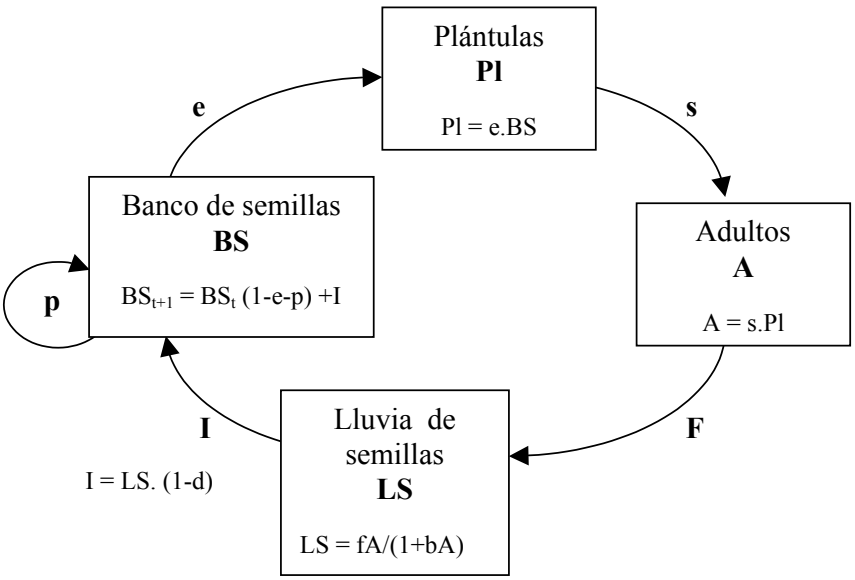


Figura 1. Dinámica de las poblaciones de *P. brachystachys* en cultivo de Trigo; e=emergencia, s=supervivencia, f=fecundidad, I=incorporación de las semillas al suelo, d=pérdidas de semillas, p= supervivencia de las semillas del banco, b= parámetro.

El modelo ha sido simulado por un período de 15 años con una población inicial de 100 semillas m^{-2}. Se investigaron diferentes escenarios de manejo: 1) Sin medidas de control, 2) aplicando un control del 90% y 3) aplicación de un 98% de control.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 2 muestra la evolución de la población de *P. brachystachys* bajo los diferentes escenarios de control considerados. En ausencia de control, la dinámica de la población experimenta un proceso de crecimiento hasta alcanzar un valor asintótico de aproximadamente 4,6 en escala logarítmica (45000 semillas m^{-2}). Según estos resultados no parece que el control que se ejerce sobre el alpiste durante el cultivo del girasol sea suficiente para controlar esta maleza.

La aplicación de un herbicida en trigo con un control del 90% tampoco reduce la población inicial de infestación, produciéndose un incremento poblacional, aunque inferior al obtenido en el primer escenario (Fig 1).

El tercer escenario contempla una aplicación de un herbicida con un control del 98% que representa el valor mínimo necesario para producir una disminución de la población inicial (Fig 2). La aplicación de este porcentaje de control redujo la población en quince años un 10%. Si bien en los primeros 8 años se puede observar un ligero incremento de la población como consecuencia de la existencia de un banco de semillas profundo que a través de labores son colocadas en la superficie y pueden germinar (JIMENEZ HIDALGO, 1993) lo que produce un incremento de la población hasta que ese banco de semillas desaparece.

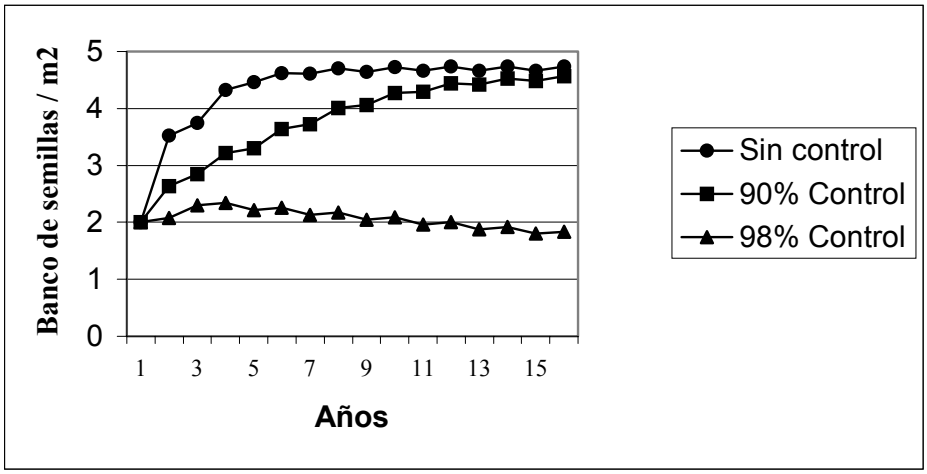


Figura 2. Evolución de la población de *P. brachystachys* (escala logarítmica) bajo diferentes estrategias de control.

El modelo desarrollado en este trabajo representa el primer intento de modelización de esta maleza y se integrará con modelos de competencia y económicos para establecer un modelo bioeconómico e implementarlo en un Sistema de Soporte a la Decisión con el objetivo final establecer la transferencia de tecnología a los agricultores y técnicos.

AGRADECIMIENTOS

Al Misterio de Educación de Argentina, que a través del programa FOMEC (Fondo para el Mejoramiento de la Enseñanza Científica) me otorgó una beca, la cual me permitió desarrollar el tema de Modelización de la Dinámica de Poblaciones de Malas Hierbas, en el Instituto de Agricultura Sostenible del CSIC, Córdoba-España. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGL2002-03801.

BIBLIOGRAFÍA

COUSENS, R.; MORTIMER, M. (1995). Dynamics of weed populations. Cambridge University Press, Cambridge.

GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J. L.(1995). Uso de la Tecnología de la Información en la transferencia de tecnología. *Boletín de la Sociedad Española de Malherbología*,(18):22-27.

GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (1991). Modelling the population dynamics of *Avena sterilis* in winter wheat production under dry-land cereal cropping systems. Journal of Applied Ecology. 28, 16- 27.

GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J.L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (1993). Strategies for the control of *Avena sterilis* in winter wheat production systems in central Spain. Crop Protection 12 (8): 617-623.

GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J.L.; SAAVEDRA, M. (2003). Spatial distribution of annual grass weed populations in winter cereals. Crop Protection 22: 629-633

JIMENEZ-HIDALGO, M. J. (1993). Incidencia y Evolución de los alpistes (*Phalaris* sp.) en el trigo (*Triticum* sp.). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. Córdoba.

MAPA (2002). Estadística Agraria. MAPA

Summary: Modeling the population dynamics of *Phalaris brachystachys L* in a wheat-sunflower crop rotation. A population model of *P. brachystachys* growing in a wheat-sunflower rotation have been developed. Three control scenarios were considered: a) Non control, b) 90% of control and c) 98% control. The results shown that under the two first scenarios were impossible to reduce the population., been necessary 98% of control to drive the population to extinction.

Key words: Decision Support Systems; herbicide; seed bank; density-dependence regulation.

COMUNICACIONES

2. Biología y Ecología

DIFUSIÓN DE POLEN DE TRIGO EN CAMPO. CAPACIDAD DE HIBRIDACIÓN CON *Agropyron repens*

I. Loureiro, M.C. Escorial, J.M. García-Baudín, M.C. Chueca
Departamento de Protección Vegetal. INIA. Ctra. La Coruña km. 7,5. Madrid 28040.

Resumen: Se ha estudiado la hibridación entre dos cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) y entre *Agropyron repens* L. y trigo en condiciones de campo durante un período de dos años con el fin de evaluar el potencial flujo de genes existente. Se utilizaron plantas emasculadas para favorecer la tasa máxima de hibridación posible. La tasa de hibridación entre los cultivares de trigo fue similar ambos años, disminuyendo con la distancia. Con *A. repens* no se obtuvieron híbridos en ninguno de los años ni en el ensayo de campo ni en los cruzamientos manuales en invernadero
Palabras clave: flujo de polen, *Triticum aestivum*

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de cultivos genéticamente modificados (GM) y su cada vez más próxima comercialización, ha aumentado la preocupación acerca de la potencial transferencia de genes desde estos cultivos a sus especies relacionadas así como a los cultivos tradicionales (ELLSTRAND, 2001; RIEGER *et al.*, 2002). Para que se produzca esta transferencia debe tener lugar el cruzamiento entre los cultivos o entre estos y sus especies relacionadas, lo que implica varios factores: físicos (coexistencia en una distancia que pueda cubrir el agente polinizador, solapamiento en el período de floración, condiciones ambientales que condicionan la cantidad y el movimiento de polen, así como la fertilización), genéticos (compatibilidad sexual, capacidad de fertilización, producción de semillas híbridas y viabilidad de éstas) y ecológicos (competencia entre el híbrido y los parentales, fitness, frecuencia de introgresión, posibles ventajas conferidas por el transgen). La principal preocupación existente es el impacto medioambiental que pudiera tener la potencial transferencia de genes que puedan conferir a las especies relacionadas ventajas adaptativas no deseadas (DARMENCY, 1994).

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el principal cultivo destinado a alimentación a nivel mundial, cultivado en un area de 200 millones de hectáreas y produciendo casi 600 millones de toneladas anuales (FAOSTAT, 2001), lo que lo convierte en objetivo para ser genéticamente mejorado. Aunque es una planta autógama es capaz de hibridar con especies emparentadas (SHARMA y GILL, 1983) aunque son escasas las citas de hibridación en condiciones de campo. Se han detectado híbridos, incluyendo transferencia de genes de resistencia a herbicidas, con la mala hierba *Aegilops cylíndrica* (SEEFELDT *et al*., 1998). En

la actualidad se están desarrollando variedades de trigo resistentes a herbicidas. Una vez que éstas se encuentren en el mercado, será posible el flujo de genes de cultivares de trigo GM a los no-GM así como a sus especies relacionadas, por lo que ha surgido la necesidad de estudiar la distancia a la que se puede producir, tanto para mantener la pureza genética de los cultivares como para evitar la hibridación con las especies silvestres.

Se ha estudiado la tasa de hibridación entre dos cultivares de trigo y entre trigo y la mala hierba *A. repens*, tanto en ensayos de campo como en invernadero. Se han utilizado para ello plantas emasculadas con el fin de favorecer la mayor hibridación potencial posible entre estas especies.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

En los cruzamientos se emplea como cultivar donante de polen el trigo hexaploide *Triticum aestivum* L. (ABD) cv Chinese Spring (CS), utilizando como plantas receptoras otro cultivar de trigo *Triticum aestivum* L. (ABD) cv Pavon y una mala hierba *Agropyron repens* L. (= *Elytrigia repens* L. Nevski, $S_1S_1S_2S_2XX$).

Dispersión de polen en campo

Este estudio se llevó a cabo en una parcela experimental en la finca del INIA de 25 x 10 m el año 2000 y de 30 x 20 m el año 2001. En la parte central se sembró un cuadrado de 1,5 m de lado, con la fuente donadora de polen (*T. aestivum* cv CS) a densidad normal de campo. Se realizaron siembras seriadas en el invernadero de plantas receptoras. En el momento de la polinización se colocaron las plantas de *T. aestivum* cv Pavon y *A. repens* con todas las espigas emasculadas en el interior y en cada uno de los lados del cuadrado, cada metro desde cero hasta la distancia de cuatro metros y cada dos metros de los cuatro a los catorce metros, todo ello en función de las dimensiones de la parcela en cada año de realización del ensayo.

Cruzamientos intra e interespecíficos en invernadero

Se realizaron siembras seriadas en el invernadero para hacer coincidir la floración de las especies receptoras con la floración del donante de polen. Espigas de *A. repens* se emascularon antes de su floración y se cubrieron con bolsas de celofan para evitar su polinización por polen no deseado. Una tercera parte de las espigas se polinizaron manualmente con el polen de CS, permaneciendo los granos formados en la espiga hasta su maduración. Otro tercio se polinizó de igual modo que las anteriores. El grano formado en estas se retiró de la espiga 14 días después de la fecundación y se extrajeron los embriones del los granos inmaduros previamente esterilizados, cultivándose *in vitro* en medio sólido Gamborg´s B5[1] adicionado de 30 g/l sacarosa. La otra tercera parte de las espigas se dejaron sin embolsar y se rodearon por plantas de CS para su polinización libre, permaneciendo los granos formados en la espiga hasta su maduración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el año 2000 se realizó un ensayo en la parcela experimental de 25x10 m con el fin de estudiar la dispersión de polen de trigo, así como la cruzabilidad entre trigo y la mala hierba *A. repens* en condiciones de campo. Se observó como la tasa media de hibridación

[1] Gamborg´s B5. G5893. Sigma Chemical Co. P.O.BOX 14508 St. Louis, MO. 3178

entre los cultivares de trigo disminuía con la distancia, con un porcentaje medio de 0,3 a la distancia de 14 metros, y variaba en función de la localización de las plantas emasculadas en relación a la dirección del viento. No se obtuvieron híbridos en el cruzamiento con *A. repens*. Por tanto, en el año 2001 se repitió el ensayo en una parcela mayor (30x20 m) y se realizaron además cruzamientos en invernadero para estimar la cruzabilidad máxima posible entre trigo y *A. repens*.

En el estudio de dispersión de polen en campo, la tasa de hibridación entre los dos cultivares de trigo fueron muy similares en los dos años en que se llevó a cabo el ensayo (Fig. 1). En el año 2000 no se introdujeron plantas en el interior de la fuente de polen, sí en el año 2001 obteniendo un porcentaje máximo de hibridación del 60%, que disminuía alrededor del 14% a 1m. y a 2,5-3% a la distancia de 3m. No se obtuvieron híbridos en el cruzamiento con *A. repens* en ninguno de los ensayos, a pesar del elevado número de flores emasculadas en cada distancia (tabla 1).

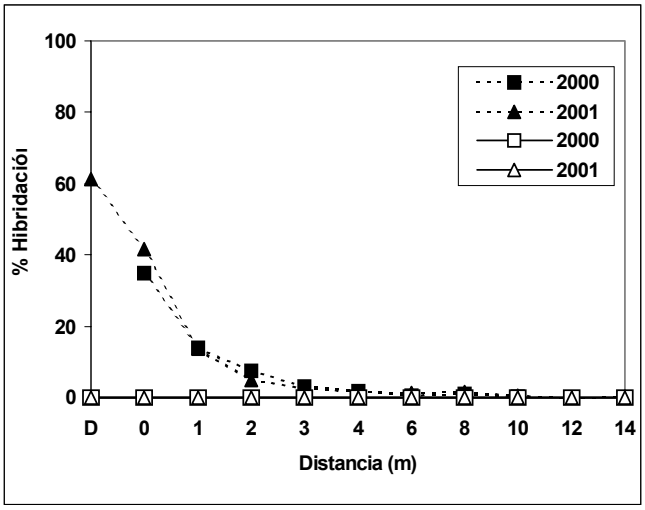


Fig 1. Tasa media de cruzamiento en ensayo de campo durante dos años para *T. aestivum* cv Pavon y *A. repens*, con *T. aestivum* cv CS como donante de polen. Líneas discontinuas = Pavon x CS. Líneas continuas = *A. repens* x CS

	Pavon		***A. repens***	
D (m.)	**2000**	**2001**	**2000**	**2001**
Dentro	----	1019	----	540
0	454*	1045	914*	806
1	604	901	990	824
2	603	997	902	896
3	590	1012	1006	750
4	567	1018	994	1048
6	321*	968	542*	742
8	329*	754*	458*	513*
10	299*	735*	474*	454*
12	----	814*	----	268*
14	----	512*	----	204*

Tabla 1. Nº de flores emasculadas a cada distancia para ambas especies. D = distancia a la fuente de polen. * No se dispone de datos para alguno de los lados de la parcela.

Esto nos llevó a utilizar técnicas manuales de cruzamiento y rescate de embriones para determinar la cruzabilidad potencial de esta combinación. Estos cruzamientos se llevaron a cabo en invernadero (tabla 2). Aunque se obtuvo un 0,2% de grano híbrido, no se obtuvieron plantas híbridas con *A. repens* por ninguno de los métodos empleados.

Tabla 2. Tasa de hibridación en invernadero entre *A. repens* y *T. aestivum* cv CS.

	POLINIZACIÓN MANUAL					POLINIZACIÓN LIBRE	
	GRANO MADURADO EN PLANTA		CULTIVO "IN VITRO" DE EMBRIONES			GRANO MADURADO EN PLANTA	
Cruzamiento	Flores polinizadas (nº)	Grano obtenido (%)	Flores polinizadas (nº)	Grano obtenido (%)	Embriones extraídos %)	Flores polinizadas (nº)	Grano obtenido (%)
A. repens x CS	526	0	650	0,2	0	456	0

Aunque no se ha descrito la formación en campo de híbridos entre trigo y especies relacionadas como *Aegilops cylíndrica* Host. (SEEFELDT *et al*., 1998), es posible la formación de híbridos en invernadero con *Aegilops ovata* L. (DAVID *et al*., 2000) y *Aegilops biuncialis* Vis. (LOUREIRO *et al*., 2003) entre otras especies, todos ellos con cierto nivel de fertilidad en autofecundación y/o retrocruzamiento.

El cruzamiento entre trigo y *A. repens* en condiciones de campo no ha sido estudiado, aunque tampoco hay evidencia clara en la literatura de éxito en el cruzamiento en invernadero de trigo con la mala hierba *A. repens*, que ha sido catalogado como difícil (MUJEEB-KAZI *et al*., 1989; COMEAU *et al*., 1993). La obtención de híbridos va a depender además de la vida media del polen, de la cruzabilidad de las diferentes especies, de la distancia a la fuente de polen y de las condiciones climáticas en las que la humedad relativa y la dirección del viento va a influir en la mayor o menor dispersión y capacidad de fecundación del polen.

BIBLIOGRAFÍA

COMEAU, A.; COLLIN, J.; ST-PIERRE, C.A. (1993). Hybridation interspécifique des céréales: comment allier anciennes et nouvelles technologies. En: Le progrès génétique passe-t-il par le réperage et l´inventaire des gènes. Ed. Aupelf-Uref. John Libbey Eurotext, París, 135-154.

DAVID, J.L.; BOUSSEAU, D.; DUSSAUTOIR, J.C. (2000). Etude sur les possibilites d´hybridation entre les blés cultivés et quelques espèces apparentés (Aegilops spp.). En: France Annals AFPP, 581-588.

DARMENCY, H. (1994). The impact of hybrids between genetically modified crop plants and their related species: introgression and weediness. Molecular Ecology, 3, 37-40.

ELLSTRAND, N.C. (2001). When transgenes wander, should we worry?. Plant physiology, 125, 1543-1545.

FAOSTAT Statistic Database. (2001).

LOUREIRO, I.; ABIRACHED-DARMENCY, M.; ESCORIAL, M.C.; GARCÍA-BAUDIN, J.M. ; CHUECA, M.C. (2003). Hybrid derivatives importance in gene flow from *Triticum aestivum* to *T. aestivum*, *T. turgidum* and *Aegilops biuncialis*. En: Introgression from GM plants into wild relatives and its consequences. European Science Foundation Conference, 114.

MUJEEB-KAZI, A.; ROLDAN, S.; SUH, D.Y.; TER-KUILE N.; FAROOQ, S. (1989). Production and cytogenetics of *Triticum aestivum* L. hybrids with some rhyzomatous *Agropyron* species. Theoretical and Applied Genetics, 77, 162-168.

RIEGER, M.A.; LAMOND, M.; PRESTON, C.; POWLES, S.P.; ROUSH, R.T. (2002). Pollen-mediated movement of herbicide resistance between commercial canola fields. Science, 296, 2384-2388.

SHARMA, H.C; GILL, B.S. (1983). Current status of wide hybridisation in wheat. Euphytica, 32, 17-31.

SEEFELDT, S.; ZEMETRA, R.; YOUNG, F.L.; JONES, S. (1998). Production of herbicide-resistant jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) x wheat hybrids in the field by natural hybridization. Weed Science, 46, 632-634.

Summary: Wheat pollen dispersal in the field. Crossing ability with *Agropyron repens*. The hybridisation between two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars and between wheat and *Agropyron repens* L. was studied in a field plot assay during two years in order to evaluate the potential risk of gene flow. Emasculated plants were used to achieve the maximum hybridisation. The hybridisation rate was similar in both years for wheat, dropping off with the distance. In *A. repens* no hybrids were obtained in the two years field assay neither in the hand crosses in the greenhouse.

Key words: pollen flow, *Triticum aestivum*

DINÁMICA DE POBLACIONES DE *Erucastrum nasturtiifolium* EN CULTIVOS DE SECANO DEL ÁREA MEDITERRÁNEA

L. Chamorro[1], J. L. González-Andújar[2] y F. X. Sans[1]
[1]Departamento de Biología Vegetal. Unidad de Botánica. Universidad de Barcelona
Avda. Diagonal 645, 08028-Barcelona. lchamorro@.ub.edu, fsans@ub.edu
[2]Instituto de Agricultura Sostenible. CSIC. Alameda del Obispo, Córdoba. cs1goanj@uco.es

Resumen: El estudio de la dinámica de poblaciones de *E. nasturtiifolium* (Poiret) O. E. Schulz (*Brassicaceae*) en los hábitats agrícolas en relación con el tipo de cultivo y manejo ha permitido constatar que en cultivos con baja frecuencia de perturbaciones, como la rotación cereal-barbecho o el monocultivo de cereal, las poblaciones de *E. nasturtiifolium* permanecen estables gracias a la elevada tasa de supervivencia y fecundidad de los individuos. Sin embargo, en cultivos con una elevada frecuencia de las perturbaciones, como la viña, las poblaciones tienden a la extinción a causa de la reducción del banco de semillas provocada por las continuas emergencias y la elevada mortalidad de las plántulas.
Palabras clave: demografía, banco de semillas, parámetros denso-dependientes, modelización.

INTRODUCCIÓN

Erucastrum nasturtiifolium (Poiret) O. E. Schulz es una crucífera herbácea del grupo de los jaramagos o rabanizas, que coloniza con frecuencia los campos de cultivo de secano en el noroeste del área Mediterránea. Es muy común en rastrojos o barbechos de cereales de invierno, como los de cebada y avena, y también es frecuente, aunque menos abundante, en cultivos leñosos como olivares, almendrales y algarrobales. Sin embargo, en los viñedos, donde el manejo del cultivo comporta un elevado régimen de perturbaciones, la presencia de *E. nasturtiifolium* es muy escasa o nula.

Diversos estudios han mostrado cómo los cambios en el tamaño de las poblaciones de malas hierbas están en relación con los cambios en el sistema de manejo (MAILLET, 1992; SANS y MASALLES, 1995; SANS y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1997, PINO *et al.,* 1998). Las diferencias en la abundancia de *E. nasturtiifolium* en relación con el tipo de cultivo y manejo pueden ser explicadas a través de un análisis de los atributos biológicos y de los mecanismos de colonización y persistencia en los diferentes hábitats. Además de los estudios demográficos durante diversos años en diferentes tipos de cultivo y manejo, la modelización matemática permite identificar los procesos más relevantes que influyen en

desarrollo de las poblaciones (GONZÁLEZ-ANDÚJAR y FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, 1991, 1993; COUSENS y MORTIMER, 1995).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio demográfico tuvo lugar en un cultivo de secano en Torrelavit, Comarca del Alt Penedès, provincia de Barcelona (41° 21' N, 1° 43' E; UTM: 31T CF9289; 280 m s. n. m.) con un clima mediterráneo. En esta zona dominan los cultivos de secano como la vid y los cereales de invierno, principalmente cebada y trigo con un manejo de rotación cereal-barbecho. El censo demográfico se llevó a cabo, desde 1994 hasta 1997, en parcelas permanentes de 3 x 10 m, separadas por 1 m, con diferentes condiciones agronómicas: 1, monocultivo de cebada; 2, rotación cebada-barbecho y 3, barbecho sometido a 3 laboreos anuales con cultivador. Se siguieron, con periodicidad mensual, parámetros demográficos como la emergencia, la supervivencia y la fecundidad de los individuos adultos. La extracción del banco de semillas de cada una de las parcelas tuvo lugar al inicio y al final del estudio.

El modelo de dinámica de poblaciones de *E. nasturtiifolium* se basó el ciclo de una especie arvense anual (Figura 1). Éste se complementó con diversos estudios experimentales sobre la diseminación de las semillas por hormigas y sobre la persistencia de las semillas enterradas en superficie (CHAMORRO y SANS, 1999), con el objetivo de elaborar un modelo más realista. Además, se analizó la relación denso-dependiente de la supervivencia de las plántulas y la fecundidad de los adultos. Con los parámetros demográficos y las funciones obtenidas se construyó un modelo matemático multi-estadios para proyectar la evolución de las poblaciones de *E. nasturtiifolium* en las diferentes situaciones agronómicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La germinación de las semillas de *E. nasturtiifolium* describe un patrón discontinuo que depende de las condiciones favorables, especialmente tras los períodos de lluvia que siguen a los laboreos. La relación entre la densidad de plántulas y el número de individuos adultos viene expresada por una función lineal en condiciones de barbecho o rastrojo, o por una constante en la parcela con laboreos periódicos y en las parcelas con cereal, ya que la elevada mortalidad de las plántulas en la primera y la competencia de la planta cultivada en la segunda, dificultan el cálculo de una función denso-dependiente (CHAMORRO, 2002). La fecundidad de los adultos está regulada por una función dependiente de la densidad de individuos de tipo exponencial decreciente.

El estudio de las semillas de *E. nasturtiifolium* en la superficie del suelo reveló una importante actividad de especies granívoras de fórmidos, con una tasa de pérdidas de semillas del 0,99 %. El análisis del banco de semillas en enero 1994 mostró un promedio de 3.932 $\pm$ 3.391 semillas/m^2 de 0 a 5 cm de profundidad. Sin embargo, los valores del banco de semillas de enero 1997 mostraron una notable reducción de alrededor del 75 %. Aunque *E. nasturtiifolium* posee un banco de semillas persistente, los resultados en condiciones experimentales constataron que las semillas enterradas manifiestan pérdidas por germinación y depredación, siendo su tasa de persistencia de 0,53, para un período de un año.

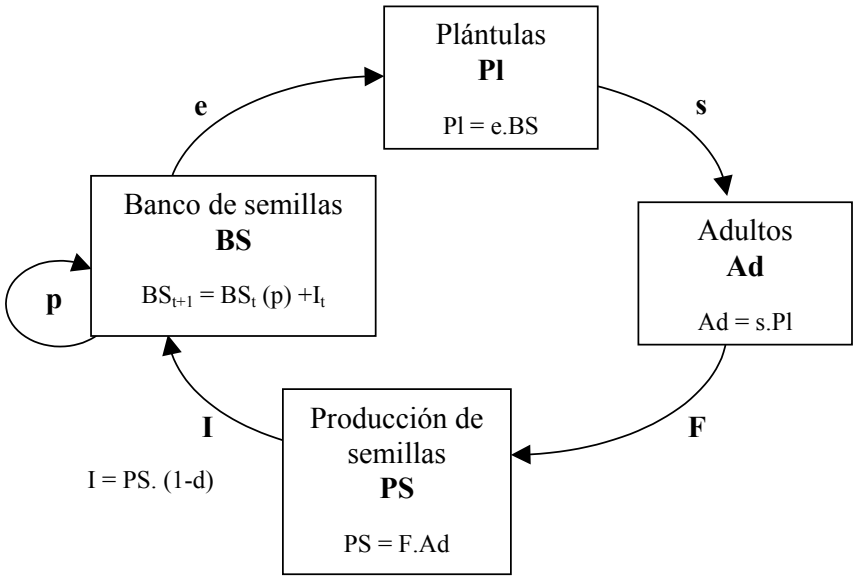


Figura 1. Dinámica de las poblaciones de *E. nasturtiifolium* en cultivos de secano en Torrelavit (Barcelona); e=emergencia, s=supervivencia, F=fecundidad, I=incorporación de las semillas al suelo, d=depredación, p= persistencia de las semillas del banco.

Los resultados del modelo de dinámica de poblaciones muestran que en las parcelas de cereal se permite la estabilización de las poblaciones de *E. nasturtiifolium* gracias a la elevada supervivencia y fecundidad de los individuos (Figura 2). Durante el período del cereal, los individuos de *E. nasturtiifolium* permanecen en fase de roseta y completan su ciclo durante el rastrojo. En las rotaciones de cereal-barbecho, las poblaciones aumentan durante el período del cereal y disminuyen durante el barbecho, mostrando un patrón cíclico bimodal. Sin embargo, en condiciones de elevada frecuencia de laboreos, las poblaciones de *E. nasturtiifolium* se ven menguadas, en primer lugar porque el período transcurrido entre laboreos no permite que los individuos dejen descendencia y en segundo lugar, porque la acción mecánica del laboreo produce una importante reducción del banco de semillas provocada por las continuas emergencias.

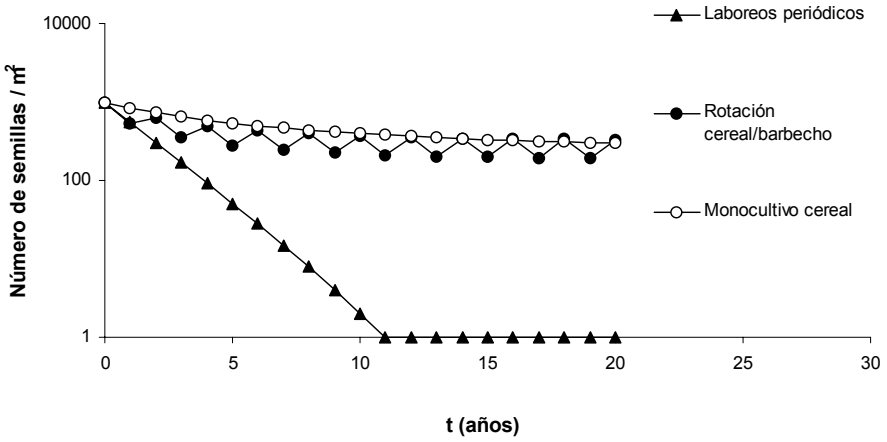


Figura 2. Proyección a 20 años del banco de semillas de *Erucastrum nasturtiifolium* en las diferentes condiciones agronómicas.

CONCLUSIONES

Este estudio ha permitido constatar que los cultivos de cereales, con baja frecuencia de perturbaciones, permiten la estabilización de las poblaciones de *E. nasturtiifolium* gracias a la elevada supervivencia y fecundidad de los individuos, aunque el manejo con rotación cereal-barbecho implica un ligero descenso de la densidad de individuos respecto al monocultivo de cereal. Sin embargo en cultivos con una elevada frecuencia de las perturbaciones, como los cultivos leñosos, las poblaciones tienden a la extinción, lo que explica que *E. nasturtiifolium* sea excluida de cultivos como la viña u otros cultivos arbóreos de secano donde se practican frecuentes laboreos. La causa se debe a la importante reducción del banco de semillas provocada por las continuas emergencias y la elevada mortalidad de las plántulas por la acción mecánica del laboreo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración desinteresada de Sergio Buchholz, Joan Pino, Isabel Afán y Xavier Roig. Además, el Servicio de Campos Experimentales de la Universidad de Barcelona prestó su infraestructura y efectivos técnicos. La Generalitat de Catalunya financió este trabajo con una beca FPI (01156UB) en el área prioritaria de Medio Ambiente y Territorio, 1996-1999.

BIBLIOGRAFÍA

COUSENS, R.; MORTIMER, M. (1995). Dynamics of weed populations. Cambridge University Press, Cambridge. 332 pp.

CHAMORRO, L. (2002). Biología de poblaciones de *E. nasturtiifolium* (Poiret) O. E. Schulz (*Cruciferae*). Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 186 pp.

CHAMORRO, L.; SANS, F. X. (1999). Factores que afectan a la dinámica del banco de semillas de *Erucastrum nasturtiifolium* en cultivos de secano. Actas de la Sociedad Española de Malherbología. Logroño. 133-137.

GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J.L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (1991). Modelling the population dynamics of *Avena sterilis* in winter wheat production under dry-land cereal cropping systems. Journal of Applied Ecology. 28, 16- 27.

GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J.L.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (1993). Strategies for the control of *Avena sterilis* in winter wheat production systems in central Spain. Crop Protection 12 (8): 617-623.

MAILLET, J. (1992). Constitution et dynamique des communautés de mauvaises herbes des vignes de France et des rizières de Camargue. Thèse d'État. Université de Montpellier. Montpellier. 207 pp.

PINO, J.; SANS, F.X.; MASALLES, R.M. (1998). Population dynamics of *Rumex obtusifolius* under contrasting lucerne cropping systems. Weed Research. 38, 25-33.

SANS, F.X.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. (1997). Biología de las malas hierbas de España. Phytoma-España y SEMh. Valencia. 117 pp.

SANS, F.X.; MASALLES, R.M. (1995). Phenological patterns in an arable weed community in relation to disturbance. Canadian Journal of Botany. 74, 86-95.

Summary: Population dynamics of *Erucastrum* in non-irrigated crops of the mediterranen area. Population dynamics studies in *Erucastrum nasturtiifolium* (Poiret) O. E. Schulz (*Brassicaceae*) in relation to management and crop system in non-irrigated crops shown that *E. nasturtiifolium* populations remain stable in intensive cereals and cereal-rotations because of the high survivorship and fecundity at low disturbance levels. In contrast, *E. nasturtiifolium* populations tend to extinction in vineyards because of the seed bank reduction provoked by continued emergence and high seedling mortality at high level of disturbances.
Key words: demography, seed bank, density-dependent parameters, modelization.

PAPEL DE LAS COSECHADORAS EN LA DISEMINACIÓN DE *Lolium rigidum* EN LOS CAMPOS CEREALISTAS

J.M. Blanco[1], L. Chamorro[1], R.M. Masalles[1], J. Recasens[2], F.X. Sans[1]
[1] Departament de Biologia Vegetal, Universitat de Barcelona,
Avda. Diagonal, 645, 08028 Barcelona. jmblanco@bio.ub.es
[2] Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària, Universitat de Lleida,
Alcalde Rovira Roure, 177, 25198, Lleida.

Resumen: En el presente trabajo se estudia el papel de dos tipos de cosechadoras en la dispersión y la estructura espacial de las poblaciones de vallico (*Lolium rigidum* Gaud.), una de las gramíneas más problemáticas en los cultivos cerealistas del nordeste peninsular. La dispersión natural de las semillas es poco importante y muy limitada en el espacio, ya que pocas semillas se desprenden espontáneamente de las espigas antes de la siega. Por el contrario, las semillas son cosechadas junto con el cereal y descartadas con la paja y el tamo. La acción de las cosechadoras convencionales tiende a redistribuir las semillas de vallico, que se acumulan bajo las líneas de paja situadas en el centro de la franja abierta por la barra de corte de la máquina. Este aspecto de la dispersión del vallico explica el patrón en bandas que presentan sus poblaciones en los campos de cereales. Las cosechadoras convencionales y las que tienen acoplada una picadora muestran pequeñas diferencias en la redistribución de semillas a pesar de que realizan un tratamiento diferente de la paja y el tamo.
Palabras clave: dispersión, semillas, maquinaria agrícola

INTRODUCCIÓN

Numerosas especies arvenses presentan un patrón de distribución irregular dentro de los cultivos que puede variar en función de la escala de análisis (REW y COUSENS, 2001). A pesar que diversos estudios han centrado su atención en la distribución de las especies arvenses en los cultivos (HEISEL *et al.*, 1996; WALLINGA *et al.*, 1998), los factores que afectan su distribución han sido escasamente explorados. Las características edáficas (HEISEL *et al.*, 1999; DIELEMAN *et al.*, 2000) y las prácticas agrícolas (CARDINA *et al.*, 1997) pueden tener importancia sobre la distribución espacial a gran escala, mientras que el tipo de dispersión de las semillas (COLBACH y SACHE, 2001), la acción de la maquinaria agrícola (COLBACH *et al.*, 2000b) y la actividad de los animales (COUSENS y CROFT, 2000) pueden afectar la distribución a pequeña escala. El papel de las cosechadoras se ha

relacionado con la dispersión de algunas especies arvenses tanto dentro (BALLARÉ *et al.*, 1987; MCCANNY y CAVERS, 1988) como entre los campos de cultivo (MCCANNY y CAVERS, 1988). Sin embargo, hay pocos trabajos experimentales que relacionen la distribución espacial de las poblaciones arvenses con la maquinaria agrícola (COLBACH *et al.*, 2000a) y que pongan de relieve su importancia.

En este trabajo se analiza el efecto de las cosechadoras convencionales y las que incorporan el mecanismo de picar y esparcir la paja y el tamo sobre la dispersión del vallico (*Lolium rigidum* Gaudin) con el objetivo de (i) caracterizar la dispersión efectuada por cada una de las máquinas y (ii) esclarecer de qué modo la acción de las cosechadoras condiciona la variabilidad espacial de las poblaciones naturales en los cultivos cerealistas

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño experimental

El estudio del efecto de las cosechadoras sobre la dispersión de las semillas de *L. rigidum* se llevó a cabo en una finca comercial de cebada situada en la localidad de Concabella (Lleida), en la cual no existían previamente semillas de *L. rigidum*. Se diseñó una experiencia de un factor, el tipo de cosechadora, y tres réplicas. Se delimitaron tres parcelas (réplicas) de 48 x 40 m distanciadas entre ellas 36 m. Se establecieron dos subparcelas de 24 x 40 m dentro de cada una de las parcelas, una de las cuales se cosechó con una máquina convencional (Deutz Fahr 3578H) con una anchura de barra de corte de 4.80 m, mientras que la otra se cosechó con la misma máquina pero a la que se acopló el mecanismo de picar y esparcir la paja y el tamo. En el centro de cada una de las subparcelas se estableció un rodal de 4 x 5 m en el que se incorporó, en Septiembre de 2000, alrededor de 6000 semillas m^{-2}. La producción de semillas de las poblaciones establecidas fue en el momento de la siega de 55260 ± 3985.4 semillas m^{-2}. La distancia entre las parcelas y entre los rodales dentro de cada una de las subparcelas evitó el solapamiento de semillas durante el proceso de dispersión.

El muestreo fue diseñado para evaluar tanto el movimiento hacia delante como el retroceso de las semillas. Se recolectaron muestras múltiples cada 3 m en el sentido de la marcha, desde los –9 m detrás del centro del rodal hasta los 18 m delante de éste. Las cinco submuestras que componían cada muestra múltiple se tomaron perpendicularmente al sentido de la marcha, una centrada en el eje de la cosechadora y dos a cada lado separadas las unas de las otras por un metro. En cada una de las submuestras se recolectó el material caído en cuatro marcos de 10 x 10 cm. El recuento de semillas viables se llevó a cabo mediante la germinación en condiciones de invernadero. Las plántulas fueron contadas y eliminadas semanalmente hasta que la germinación se estabilizó.

Análisis estadísticos

Según HOWARD et al. (1991) la redistribución de las semillas en la dirección de la cosechadora puede ajustarse a un modelo compuesto por una función normal que describe la deposición de la mayoría de semillas poco después de ser recogidas por la cosechadora, y una función exponencial negativa que describe la liberación lenta y gradual de las semillas que permanecen en el interior de la cosechadora. En nuestro estudio se ha optado por substituir la función normal por la de Cauchy, con parámetros t y s análogos a la μ y σ de la normal respectivamente, debido a la presencia de colas de distribución relativamente altas por detrás del punto de introducción, y mantener la función exponencial para el movimiento hacia delante, con un único parámetro a estimar, β. El cálculo de las funciones de distribución en el eje longitudinal fue llevado a cabo a partir de la suma de los cinco valores transversales correspondientes a los muestreos a cada distancia, dividida por el total de semillas en la

subparcela correspondiente, para evitar el efecto de las diferencias en el número de semillas capturadas en cada una de las subparcelas.

La redistribución transversal de las semillas se ha descrito mediante una única función centrada en el eje del movimiento de la cosechadora, con colas simétricas, en la que el único parámetro variable es el de forma; no se ha incluido el parámetro de posición debido a que se considera que la función está centrada con el eje de la cosechadora. En este caso, y debido a la presencia de valores altos en los extremos del muestreo también se ha optado por la función de Cauchy en lugar de la normal. La función se ajustó a las submuestras transversales, pero los valores de cada distancia transversal se estandarizaron a uno con objeto de que todos tuvieran el mismo peso independientemente de la distancia al foco.

El ajuste de las funciones se ha realizado mediante regresión no lineal por mínimos cuadrados con el paquete estadístico SAS (ANÓNIMO, 1999); la comparación entre las máquinas cosechadoras se ha realizado mediante la aproximación de variables indicadoras, método que permite testar si la diferencia entre los parámetros que conciernen a uno y otro tipo de máquina es significativamente diferente de cero (JULIANO, 1993), ya que cada parámetro es sustituido por la suma de un valor "base" del parámetro más un factor diferencia multiplicado por una variable tratamiento que toma arbitrariamente valor "1" para la cosechadora convencional y "0" para la cosechadora con picadora (ecuaciones 1 y 2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cosechadoras poseen un papel importante en la dispersión de las semillas a lo largo de su trayecto sobre los rodales, como refleja el hecho de que las semillas se depositan hasta los 18 m en el sentido del avance de la cosechadora; además una importante fracción de las semillas cae por detrás del punto de introducción, especialmente en el caso de la cosechadora con picadora de paja (figura 1). La recolección de semillas en las muestras más distantes del rodal nos indica que la dispersión puede alcanzar distancias mayores. Nuestros resultados reflejan que la distancia de dispersión máxima de *L. rigidum* es superior a la de especies del género *Bromus* (HOWARD *et al.*, 1991), de semillas mucho más grandes que las de *L. rigidum*. Sin embargo la dispersión de *L. rigidum* no es tan eficiente como la de *Panicum miliaceum* (MCCANNY y CAVERS, 1988), en la que se han registrado distancias de 50 m. Las diferencias se pueden explicar por el porte y la fenología de estas especies, ya que *Panicum miliaceum*, a pesar de que retiene pocas semillas en las panículas hasta el momento de la siega, posee semillas pequeñas, susceptibles de quedar atrapadas en la maquinaria, mientras que *L. rigidum*, cuyas semillas se desprenden con dificultad de las espículas, es cosechado junto con el cereal y expulsado mayoritariamente con la fracción de rechazo.

Los resultados del ajuste de la redistribución espacial de las semillas a las diversas funciones se recogen en la tabla 1. Ambos tipos de cosechadora presentan un patrón de deposición de las semillas similar, con un máximo cerca del foco. Sin embargo, a diferencia de otros estudios, la posición del máximo varía en función de la máquina. Para la cosechadora convencional el máximo se sitúa 1.46 m ($t + dt$*máquina; t=-1.1654, dt=2.6287, máquina=1) por delante del foco, mientras el máximo se sitúa 1.17 m por detrás del foco para la cosechadora con picadora ($t + dt$*máquina; t=-1.1654, dt=2.6287, máquina=0). La deposición por detrás del foco en el caso de la cosechadora con picadora es debido a que una vez picado el material es propulsado hacia atrás, de manera que retroceden la paja y el tamo con las semillas de *L. rigidum*. Sin embargo, como se extrae de los valores de t para cada una de las máquinas, el desplazamiento de la mayoría de semillas es muy escaso. La dispersión de las semillas alrededor del máximo (valor del parámetro s) no es significativamente diferente entre

los dos tipos de cosechadoras. Además el parámetro β de la función exponencial difiere significativamente entre las máquinas. El valor significativamente mayor de la $\beta_{convencional}$ (2.0842) que el de la $\beta_{picadora}$ (1.0062) indica que la cosechadora convencional arrastra un mayor número de semillas a larga distancia, con lo cual se incrementa el riesgo potencial de agrandar los límites de los rodales.

El análisis de la dispersión tiene importantes implicaciones para entender la dinámica espacial de las poblaciones. El papel de las cosechadoras, tanto las convencionales como las que incorporan el procesado de la paja y el tamo, en el movimiento de los rodales de *L. rigidum* es muy limitado debido a que depositan la mayor parte de las semillas muy cerca de donde las recogen, pudiendo, a lo sumo, incrementar su extensión en un frente cerrado tal y como predicen diversos modelos teóricos (WALLINGA *et al.*, 2002). Estos resultados concuerdan con los de HOWARD et al. (1991) que muestran que alrededor del 60% de las semillas de diversas especies del género *Bromus* se mantienen dentro o muy cerca del foco. La elevada concentración de semillas cerca del foco se debe a que la velocidad con que el material vegetal es procesado y el movimiento de la cosechadora, que son en sentidos opuestos, son similares. Por el contrario, la mayor concentración de semillas de *P. miliaceum* (MCCANNY y CAVERS, 1988) que de *L. rigidum* dentro del foco se explican debido a que la mayor parte de semillas de *P. miliaceum* se diseminan de manera natural antes de la cosecha, mientras que la dispersión natural de *L. rigidum* es poco relevante.

El análisis de la redistribución transversal de las semillas refleja que la dispersión de las semillas alrededor de la línea central es significativamente mayor en el caso de la cosechadora con procesado de la paja y el tamo que en la cosechadora convencional ($s_{convencional}$= 0.4550; $s_{picadora}$= 0.6942) y, en consecuencia, el porcentaje de semillas que se acumula en la línea central es del 69.6 ± 4.5% para la cosechadora convencional y del 47.2 ± 6.7 % para la picadora. Esta acumulación de semillas conlleva la aparición de cúmulos de vallico en franjas, tanto en el caso de la cosechadora convencional como en el de la picadora, y en consecuencia supone problemas adicionales para el control de sus poblaciones. Además, la acción de la picadora es insuficiente para conseguir que el residuo de la siega se distribuya homogéneamente por todo el campo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto I+D AGF 1999-1125-C03-02.

BIBLIOGRAFÍA

ANÓNIMO. (1999). SAS-STAT User's guide, 8.2 edición. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.

BALLARÉ, C. L., A. L. SCOPEL, C. M. GHERSA, y R. A. SÁNCHEZ. (1987). The demography of *Datura ferox* L. in soybean crops. Weed Research 27:91-102.

CARDINA, J., G. A. JOHNSON, y D. H. SPARROW. (1997). The nature and consequence of weed spatial distribution. Weed Science 45:364-373.

COLBACH, N., F. FORCELLA, y G. A. JOHNSON. (2000a). Spatial and temporal stability of weed populations over five years. Weed Science 48:366-377.

COLBACH, N., J. ROGER-ESTRADE, B. CHAUVEL, y J. CANEILL. (2000b). Modelling vertical and lateral seed bank movements during mouldboard ploughing. European Journal of Agronomy 13:111–124.

COLBACH, N., y I. SACHE. (2001). Blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) seed dispersal from a single plant and its consequences on weed infestation. Ecological Modelling 30:201-219.
COUSENS, R., y A. M. CROFT. (2000). Weed populations and pathogens. Weed Research 40:63-82.
DIELEMAN, J. A., D. A. MORTENSEN, D. D. BUHLER, C. A. CAMBARDELLA, y T. B. MOORMAN. (2000). Identifying associations among site properties and weed species abundance. I. Multivariate analysis. Weed Science 48:567-575.
HEISEL, T., C. ANDREASEN, y A. K. ERSBOLL. (1996). Annual weed distributions can be mapped with kriging. Weed Research 36:325-337.
HEISEL, T., A. K. ERSBOLL, y C. ANDREASEN. (1999). Weed Mapping with Co-Kriging Using Soil Properties. Precision Agriculture 1:39-52.
HOWARD, C. L., A. M. MORTIMER, P. GOULD, P. D. PUTWAYN, R. COUSENS, y G. W. CUSSANS. (1991). The dispersal of weeds: seed movement in arable agriculture. The 1991 Brighton crop Protection Conference-Weeds. 821-828.
JULIANO, S. A. (1993). Nonlinear Curve Fitting: Predation and Functional Response Curves. en S. M. Scheiner y J. Gurevitch, editores. Design and Analysis of Field Experiments. Chapman & Hall, New York 159-181.
MCCANNY, S. J., y P. B. CAVERS. (1988). Spread of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) in Ontario, Canada. II. Dispersal by combines. Weed Research 28:67-72.
REW, L. J., y R. D. COUSENS. (2001). Spatial distribution of weeds in arable crops: Are current sampling and analytical methods appropriate? Weed Research 41:1-18.
WALLINGA, J., R. M. W. GROENEVELD, y L. A. P. LOTZ. (1998). Measures that describe weed spatial patterns at different levels of resolution and their applications for patch spraying of weeds. Weed Research 38:351-359.
WALLINGA, J., M. J. KROPFF, y L. J. REW. (2002). Patterns of spread of annual weeds. Basic and Applied Ecology 3:31-38.

Summary: The role of combine harvesting on the dispersal of *Lolium rigidum* in cereal fields. A comparative study on the role of different kinds of combine harvesters on seed dispersal of *Lolium rigidum*, one of the major grass weeds in cereal fields of North-Eastern Spain, is presented. Natural dissemination is very limited in space; the main source of seed dispersal are combine harvesters. Seed dispersal around parent plants is scarce, since seeds don't spontaneously fall from spikes. Conversely seeds are much more extensively spread by combine harvesting; combines' action tends to redistribute ryegrass seeds, accumulating them under the straw swath generated by combines from the total width of the machines. This fact could explain the ryegrass small scale banded-pattern in cereal fields. Different machinery show small differences in redistribution of seeds, despite different treatment of straw of traditional combine and straw spreader combines.
Keywords: dispersal, seeds, farm equipment

Tabla 1. Valor de los parámetros estimados para las funciones de dispersión en el eje longitudinal (Cauchy + Exponencial) y en el eje transversal (Cauchy), pruebas de significación e intervalos de confianza.

		Estima del parámetro	Error estándar	t-Student	Significación	Intervalo de confianza 95%	
Longitudinal	t	-1.2819	0.1756	7.3001	<0.0001	-1.6340	-0.9298
	$d\,t$	2.4364	0.2169	11.233	<0.0001	2.0015	2.8713
	s	0.7789	0.1120	6.9545	<0.0001	0.5544	1.0033
	$d\,s$	-0.3134	0.2069	1.5147	0.13567	-0.7282	0.1014
	β	1.0062	0.1448	6.9489	<0.0001	0.7160	1.2964
	$d\,\beta$	1.0780	0.4679	2.3039	0.02510	0.1399	2.0160
Transversal	s	0.6942	0.0581	11.948	<0.0001	0.5752	0.8131
	$d\,s$	-0.2392	0.0633	3.7788	0.0008	-0.3688	-0.1096

Ecuación 1: Función ajustada al desplazamiento longitudinal.
Si distancia < 3

$$Cauchy = \frac{1}{\left(s_{longitudinal} + ds_{longitudinal} \cdot tratamiento\right) \cdot \pi \cdot \left(1 + \left(\frac{\left(distancia - \left(t + dt \cdot tratamiento\right)\right)}{\left(s_{longitudinal} + ds_{longitudinal} \cdot tratamiento\right)}\right)^2\right)}$$

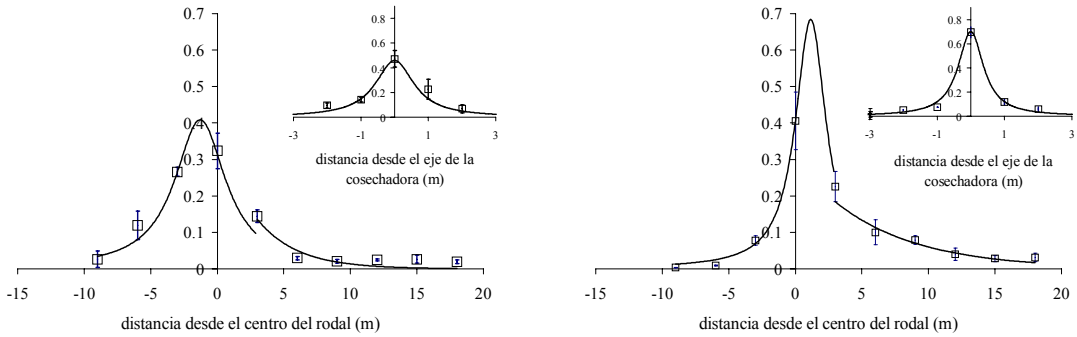
Si distancia ≥ 3

$$Exponencial = \frac{1}{\left(\beta + d\beta \cdot tratamiento\right)} \cdot e^{-\left(\frac{distancia}{\beta + d\beta \cdot tratamiento}\right)}$$

Ecuación 2: Función ajustada al desplazamiento transversal.

$$Cauchy = \frac{1}{\left(s_{transversal} + ds_{transversal} \cdot tratamiento\right) \cdot \pi \cdot \left(1 + \left(\frac{\left(distancia_{transversal}\right)}{s_{transversal} + ds_{transversal} \cdot tratamiento}\right)^2\right)}$$

Figura 1. Gráficos de redistribución longitudinal y transversal para la cosechadora con picadora (izquierda) y cosechadora convencional (derecha)



PERSISTENCIA DEL BANCO DE SEMILLAS E INFLUENCIA DE LAS LABORES DEL SUELO EN POBLACIONES DE *Papaver rhoeas* Y *Lolium rigidum* RESISTENTES A HERBICIDAS

J. Torra[1], A. Cirujeda[1], J. Planes[1], J. Aibar[2], A. Taberner[3] y J. Recasens[1]
[1]Dept. Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. ETSEA. Universitat de Lleida.
[2]Depto. de Agricultura y Economía Agraria. EPS Huesca. Univ. de Zaragoza
[3]Servei de Sanitat Vegetal. DARP. Generalitat de Catalunya
Rovira Roure 191. 25198 Lleida. joel@hbj.udl.es

Resumen: Se ha estudiado el efecto de diferentes sistemas de laboreo del suelo (vertedera vs. chisel) sobre el banco de semillas y su emergencia en una población de *Papaver rhoeas* L. y dos poblaciones de *Lolium rigidum* Gaud. resistentes a herbicidas. Para el banco de semillas no se han observado diferencias significativas entre las parcelas con labor profunda y labor superficial, en ninguna de las tres localidades, aunque se apreciaba una disminución notable del banco de semillas en las poblaciones de *L. rigidum*. Por el contrario se han registrado disminuciones significativas en el número de plántulas emergidas en las poblaciones de *L. rigidum* sometidas a labor con vertedera. Para *P. rhoeas* no se encontraron diferencias en la emergencia de plántulas. Estos resultados reflejan la diferente eficacia del tipo de laboreo, según la persistencia de la semilla de la especie en el suelo. En *P. rhoeas* las semillas enterradas mantienen su viabilidad durante varios años, en contraposición a lo que sucede con *L. rigidum*, donde sólo un 5% de las semillas son viables al año y medio, ya sea en superficie o profundidad.
Palabras clave: *Lolium rigidum, Papaver rhoeas,* resistencia herbicidas, laboreo, emergencia, banco de semillas.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en los cereales de invierno de la región mediterránea es la aparición de poblaciones de malas hierbas resistentes a herbicidas. Entre estas especies, destacan la amapola (*Papaver rhoeas* L.) para Tribenurón y 2,4-D (CIRUJEDA *et al*., 2001) y el vallico (*Lolium rigidum* Gaud.) para Diclofop-metil y Clortolurón (TABERNER *et al*., 1996). Dada la rápida pérdida de viabilidad, el entierro a mayor profundidad del banco de semillas suele resultar una estrategia eficaz en la disminución de poblaciones australianas de *L. rigidum* resistentes a herbicidas (GILL y HOLMES, 1997). Para especies con una mayor persistencia en el suelo es posible que esta estrategia tenga una eficacia desigual.

En el presente trabajo se analiza el efecto de distintos sistemas de laboreo sobre el banco de semillas y la emergencia de plántulas de poblaciones de *L. rigidum* y *P. rhoeas*, resistentes a herbicidas. Se tipifica también la diferente persistencia en el suelo de las semillas de ambas especies a lo largo del tiempo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado durante la campaña 1999/2000 en un campo de cereal de Concabella (Lleida) con presencia de una población de *L. rigidum* resistente a Diclofop-metil (TABERNER *et al.*, 2001) y durante la campaña 2002/2003 en otros dos campos de cereal, uno con *P. rhoeas* situado en la localidad de Cubells (Lleida) y el otro en Apiés (Huesca) con *L. rigidum*. En la población de Cubells se ha detectado resistencia al 2,4-D y en la de Apiés resistencia al Diclofop-metil y Clortolurón (datos no publicados).

El ensayo consistió, en cada campo, en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. En cada bloque los tratamientos considerados fueron laboreo con arada de vertedera vs. laboreo superficial con chisel antes de la siembra del cereal. Para estimar el banco de semillas presente en el suelo se cogieron diferentes muestras por parcela (10 en Concabella y 5 en Cubells y Apiés), correspondientes a los 10 cm superficiales mediante una sonda de 4,6 cm de diámetro. El banco de semillas se estimó tras la germinación posterior de las semillas en invernadero. En cada una de las parcelas se instalaron 5 cuadros de 0,33 cm^2 para el seguimiento de la emergencia de plántulas.

La persistencia de las semillas en el tiempo se ha estimado a partir de datos propios obtenidos en trabajos anteriores. En el caso de *P. rhoeas* a partir de CIRUJEDA (com. per.) y para *L. rigidum*, de TABERNER *et al*. (1992).

El efecto de ambos tipos de labores sobre cada población fueron analizados mediante una ANOVA con el programa estadístico SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) y las diferencias entre los valores medios del banco de semillas y densidad de plántulas para ambos tipos de labores, mediante el método Tukey, para un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad del banco de semillas de *P. rhoeas* fue notablemente superior (más de 12000 semillas·m^{-2}) que la de *L. rigidum* (59 - 2617 semillas·m^{-2}), sin embargo, en ninguna localidad, se han observado diferencias significativas entre parcelas sometidas a diferentes tipos de labores (Figura 1). A pesar de la ausencia de significación, en las poblaciones de *L. rigidum* se ha detectado un descenso de la densidad del banco de semillas en aquellas parcelas sometidas a labores de vertedera. Este decremento ha sido de un 32% en Apiés y de más del 80% en Concabella.

La emergencia de plántulas ha sido distinta para ambas especies. Mientras las dos poblaciones de *L. rigidum* (Concabella y Apiés) mostraron una densidad de plántulas significativamente inferior en aquellas parcelas labradas con vertedera respecto a aquellas con chisel, la población de *P. rhoeas* (Cubells) no presentaba diferencias entre ambos tipos de tratamientos (Figura 2).

Los datos obtenidos de persistencia de las semillas en el suelo mostraron comportamientos muy diferentes para ambas malas hierbas (Tabla 1). En *L. rigidum*, tanto en superficie (0,5 cm) como profundidad (20 cm), hubo una rápida disminución con el paso del tiempo, manteniéndose viables a los 19 meses sólo el 5% de la población. En cambio, en *P. rhoeas*, para un periodo de tiempo aún mayor (29 meses) más del 77% de la población se mantuvo viable a 2 cm de profundidad y prácticamente la totalidad de las semillas a 20 cm.

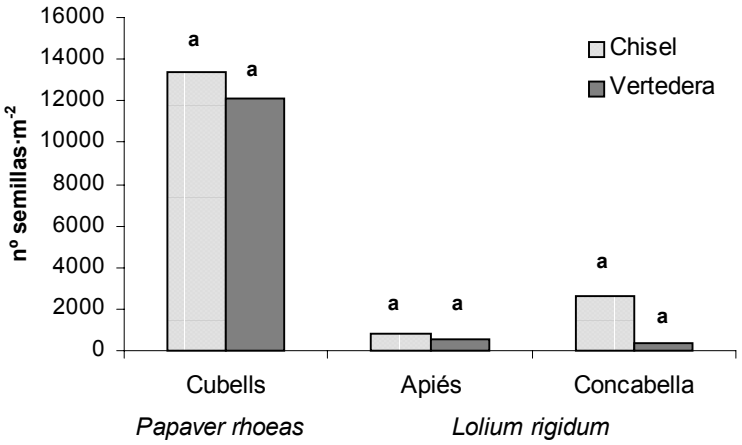


Figura 1. Efecto de distintas labores sobre el banco de semillas (nº de semillas·m^{-2}) de dos poblaciones de *Lolium rigidum* y una de *Papaver rhoeas*. Valores con igual letra no presentan diferencias significativas (P>0,05).

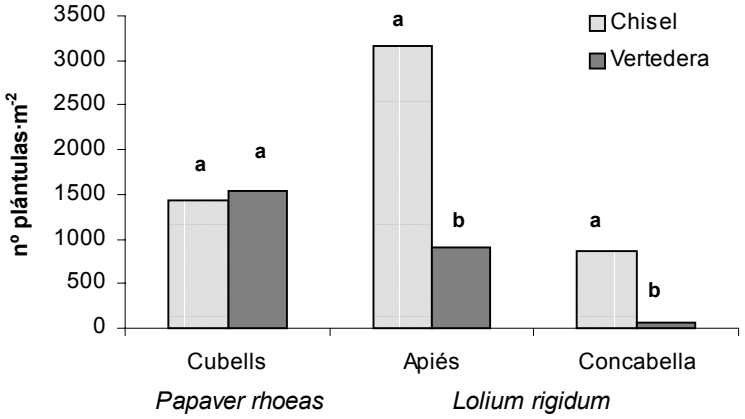


Figura 2. Efecto de distintas labores sobre la densidad de plántulas (nº·m^{-2}), de dos poblaciones de *Lolium rigidum* y una de *Papaver rhoeas*. Valores con igual letra no presentan diferencias significativas (P>0,05).

Tabla 1. Porcentaje de semillas viables de *Papaver rhoeas* y *Lolium rigidum* durante varios meses de entierro en el suelo, a dos profundidades distintas.

	Lolium rigidum							
nº de meses	**0**	**5**	**7**	**9**	**10**	**13**	**16**	**19**
0,5 cms	75,8	13,1	15,1	12,6	14,3	16,3	5,8	5,0
20 cms	75,8	39,0	34,0	23,2	23,0	9,4	3,9	4,5

	Papaver rhoeas			
nº de meses	**3**	**13**	**21**	**29**
2 cm	97	96,4	79,4	77,4
20 cm	94,1	60,9	82,6	98,9

La diferente respuesta del banco de semillas y de la población de plántulas al tipo de labor ha sido especialmente notable en *L. rigidum*. La reducción observada en el número de plántulas debido a la arada de vertedera no ha sido, sin embargo, estadísticamente significativa para el banco de semillas, lo cual refleja la necesidad de un muestreo más exhaustivo dada la estimación indirecta que representa este método. La menor nascencia de plántulas debe corresponderse con una reducción del tamaño poblacional del banco de semillas presente en los 10 cm superiores del suelo. Resultados en este mismo sentido han sido también observados en otras localidades (FERNANDEZ-QUINTANILLA *et al*., 2000). La inversión de las capas del suelo que produce la vertedera ayuda a ubicar las semillas en profundidad y ante la baja persistencia de las mismas de una campaña a otra (menor al 20%) justifica la menor tasa de nascencia observada. Esta estrategia ya ha sido propuesta para especies que, como *Bromus diandrus*, pierden su viabilidad de forma rápida y por lo tanto no presentan bancos de semillas persistentes (FROUD-WILLIAMS *et al*., 1984).

Por el contrario la mayor persistencia constatada de las semillas de *P. rhoeas*, tanto en la superficie como en la profundidad del suelo (superior en promedio al 80% al cabo de dos años y medio), no justifica el posible uso de las labores de vertedera como técnica de control de poblaciones resistentes a herbicidas. El volteo del perfil del suelo favorece una "subida" del banco de semillas –aún viable- hacia capas superficiales y no constituye una garantía de reducción eficaz de la población. En el control de poblaciones resistentes de esta especie sería más eficaz la integración de otras técnicas culturales tales como retrasos en la fecha de siembra, rotación de cultivos o incrementos de densidad de siembra del cultivo (POWLES y MATTHEWS, 1996).

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado dentro del marco de sendos proyectos de investigación del Plan Nacional I+D, con números de referencia AGF99-0774 y AGL2002-01513. Queremos expresar nuestro agradecimiento a los Srs. Bertomeu Porta, Salvador Soldevila y Pedro Ruiz, propietarios de las fincas comerciales de Concabella, Cubells y Apiés, por su disposición y ayuda en la realización de las labores de campo.

BIBLIOGRAFÍA

CIRUJEDA, A. (2001). Integrated management of herbicide resistant *Papaver rhoeas* L. populations. Tesis Doctoral. ETSEA. Universitat de Lleida.

FERNANDEZ-QUINTANILLA, C.; BARROSO, J.; RECASENS, J.; SANS, X.; TORNER, C.; SANCHEZ DEL ARCO, M.J. (2000). Demography of *Lolium rigidum* in winter barley crops: analysis of recruitment, survival and reproduction. Weed Science, 40. 281-291.

FROUD-WILLIAMS, R.J.; CHANCELLOR, R.J.; DRENNAN, D.S.H. (1984). The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. Journal of Applied Ecology, 21. 629-641.

GILL, G.; J.E. HOLMES (1997). Efficacy of cultural methods for combating-resistant *Lolium rigidum*. Pesticide science, 51. 352-358.

POWLES, S.B.; MATTHEWS, J.M. (1996). Integrated weed management for the control of herbicide resistant annual ryegrass (*Lolium rigidum*). Second International Weed Control Congress. Copenhagen. 407-414.

TABERNER, A.; MENÉNDEZ, J.; DE PRADO, J.L.; DE PRADO, R. (1996). Herbicide-resistant weeds in Catalonia. Proceedings of the International Symposium on Weed and Crop Resistance to Herbicides. Córdoba. 34-36.

TABERNER, A.; RIBA, F.; RECASENS, J. (1992). Effet de la profondeur d'enfouissement et du regime pluviometrique sur la longevite de semences de *Lolium rigidum* Gaud. et *Bromus diandrus* Roth. IXême Col. Int. sur la Biologie des Mauvaises Herbes, Dijon.

TABERNER, A.; ANGUERA, R, ; CIRUJEDA, A. ; TARRAGÓ, R. (2001). Situación actual de las resistencias de *Lolium rigidum* en los cereales de invierno. 23 Jornadas de Productos Fitosanitarios. Instituto Químico de Sarrià. 132 : 33-35.

Summary: Seed bank persistance and effect of soil tillage on herbicide resistance *Papaver rhoeas* and *Lolium rigidum* populations. The effect of different tillage (mouldboard ploughing vs. shallow ploughing) on the seed bank and seedling emergence of different herbicide resistance *Papaver rhoeas* and *Lolium rigidum* has been analysed. No differences were observed in soil seed bank of each species, between both tillage methods. This effect seems to reflect an unsuccessful sampling of seed bank. A high decline of seedling emergence of *L. rigidum* was observed in plots mouldboard ploughed vs. those with shallow ploughing. These differences no were detected in *P. rhoeas*. Both species shown different percentage of seed persistence in the soil. Whereas in *L. rigidum* only a 5% of seeds remain viable more than an year, practically more than 80% of *P. rhoeas* seeds are able to germinate two years and half later, independently of the soil depth which they were buried. These results reflect a different efficacy of the soil tillage to establish an integrated weed management.

Key words: *Papaver rhoeas, Lolium rigidum,* herbicide resistance, tillage, soil seed bank, seedling emergence.

CONDICIONANTES EN LA TASA DE ENTIERRO DE SEMILLAS DE MALAS HIERBAS EN LA SUPERFÍCIE DEL SUELO

J. Seguer[1], P. Westerman[2]
[1] Departament Hortofructicultura, Botánica i Jardinería. ETSEA. Universitat de Lleida, jseguer@alumnes.udl.es
[2]Crop and Weed Ecology Group. Wageningen University and Research Centre.

Resumen: Gran parte de la pérdida total de semillas de malas hierbas es atribuible a sus depredadores. El tiempo de exposición a dichos depredadores determina la intensidad de la pérdida de semillas. Las semillas enterradas o escondidas muestran menores índices de depredación con relación a las semillas que permanecen en la superficie del suelo. Los principales que influencian la tasa de entierro de semillas de malas hierbas son: forma, tamaño y peso de la semilla, las condiciones meteorológicas y el tipo de suelo. La selección de semillas según su forma y tamaño y su posterior exposición a las condiciones meteorológicas en coladeros rellenos con arcilla y arena muestran que las semillas pequeñas y menos voluminosas tienen una mayor tasa de entierro. Este proceso esta influenciado principalmente por las precipitaciones de lluvia los días previos al entierro de las semillas y por la velocidad del viento, mientras que la humedad y temperatura ambiental influyen en la tasa de entierro probablemente a través de las variaciones de los ciclos de humectación y secado del suelo.
Palabras clave: depredación, banco de semillas, morfología semillas, condiciones meteorológicas, distribución en profundidad.

INTRODUCCIÓN

La cantidad de semillas de malas hierbas que entran al banco de semillas es inferior a la producción total de dichas especies. Los depredadores de semillas son responsables de gran parte de la pérdida. Muchos autores asumen que la mayor parte de las semillas desaparecidas han sido consumidas (CROMAR et al. ; WESTERMAN et al, 2000).

Aunque la depredación de semillas puede ser muy alta, es también muy variable y esta influenciada por varios factores. Así, la intensidad de la pérdida de semillas a causa de los depredadores depende del período de exposición. La exposición se inicia cuando las semillas se desprenden y termina con su entierro o cuando son cubiertas por restos vegetales.

Las semillas enterradas o cubiertas tienen menores índices de depredación que aquellas que permanecen en la superficie del suelo (HULME, 1994). El entierro de las

semillas podría depender de las condiciones meteorológicas (NAVIE et al, 1998), del tipo de suelo, del tamaño y forma de las semillas (PEART, 1984), de la presencia de cultivos o sus restos, del tipo de laboreo (FORCELLA et al, 2000).

El objetivo de este estudio es identificar los principales factores o condiciones que influencian la tasa entierro de las semillas de malas hierbas tales como la forma, el tamaño y el peso de las semillas las condiciones meteorológicas como el viento, la lluvia y la temperatura o el tipo de suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo objeto de estudio se llevo a cabo durante el mes de marzo del 2002, en una parcela experimental en Wageningen (Holanda). Como resultado de ensayos previos que sugerían que las semillas con diferente peso o volumen tenían diferente tasa de entierro. Para separar el efecto de los dos tipos de características de las semillas, dos pares de especies fueron escogidos de tal manera que un par tenía un gran volumen (2 mm^3) y el otro un volumen pequeño (1.15 mm^3). Dentro de cada par, una especie tenia relativamente un peso de semilla alto mientras que la otra relativamente bajo.

Las especies escogidas fueron *Panicum dichotomiflorum*, *Polygonum hydropiper, Digitaria exilis* y *Geranium columbinum*. Las semillas de *G. Columbinum* y *P. hydropiper* son relativamente grandes y con un volumen similar (2.31 y 2.01 mm^3, respectivamente) pero distinto peso (3.96 y 1.37 mg). Las semillas de *D. exilis* y *P. dichotomiflorum* son relativamente pequeñas, con un volumen similar (1.19 y 1.14mm^3, respectivamente) pero con un peso diferente (0.62 y 1.12 mg). *P. hydropiper* es más ligero que *G. columbinum* de igual modo que *D. exilis* lo es de *P. dichotomiflorum*.

Los datos meteorológicos fueron obtenidos de la estación meteorológica de la universidad a unos 50 m distante del campo de ensayos. El procedimiento para exponer las semillas a las condiciones meteorológicas consistía en rellenar cuidadosamente unos coladeros, con una altura de 4.6 cm y un diámetro de 19 cm y un mallazo en la cara inferior, a fin de mantener la superficie original del suelo. Estos fueron rellenados con unos 3 cm de arcilla o arena. Los coladeros fueron protegidos de la influencia de los depredadores (pájaros o ratones) mediante el uso de unas cajas de alambre. Para imitar la superficie del suelo "normal", los coladeros una vez llenos permanecieron en el exterior antes de ser usados en la parcela experimental. En cada uno se depositaba una especie y en cada repetición las cuatro para cada tipo de suelo. Este ensayo incluyó tres repeticiones y un período de exposición de 17 días.

Para la realización de este ensayo se estableció un protocolo para medir la tasa de entierro puesto que no existe ningún procedimiento estándar. La tasa de entierro fue medida mediante la exposición de varios tipos de semillas, diferentes en forma, tamaño y peso, en la superficie del suelo estando sometidas a las condiciones meteorológicas de la parcela experimental.

La tasa diaria de entierro fue calculada como la diferencia de semillas visibles entre dos días, dividido por el número de semillas visibles del día anterior. La tasa global de entierro, para todo el período de exposición, fue calculada como la diferencia de semillas visibles entre el primer y último día dividido por el número de semillas del primer día.

El estudio estadístico, realizado con el programa Genstat 5.4.2., se centró en un modelo lineal generalizado (distribución binomial, como la inversa de la función de distribución normal cumulativa estándar, y un factor de dispersión libre) para conocer si había diferencias significantes de la tasa de entierro entre los dos tipos de suelo, los

diferentes tipos de semillas y entre bloques. Las diferencias significantes encontradas, fueron separadas usando un t-test (·=0..05) de las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico indicó que existía un efecto significante entre semillas ($F_{3,6}$=17.31, P<0.05) y una interacción significativa entre semillas y bloques ($F_{6,6}$ = 4.45, P<0.05). Mientras que no hubo diferencias significativas entre los dos tipos de suelo

El t-test fue utilizado para separar las medias de las cuatro especies. La tasa de entierro de *Polygonum hydropiper* presento diferencias significativas respecto las de *Panicum dichotomiflorum* y *Digitaria exilis*

Tabla 1. Media de la tasa de entierro global para las cuatro especies ensayadas.

Especie	Peso (g)	Volumen (mm^3)	Tasa media de entierro *		
			Arcilla	Arena	
P. hydropiper	0.00209	2.01	0.85	0.87	a
G. columbinum	0.00405	2.31	0.68	0.78	b
P.dichotomiflorum	0.00143	1.12	0.66	0.57	c
D. exilis	0.00062	1.19	0.61	0.61	c

* Proporción de semillas en 17 días. Números seguidos por la misma letra no son diferentes significativos los unos de los otros (t-test, alpha =0.050).

Los resultados obtenidos muestran que las semillas más ligeras y pequeñas, como *D. exilis* y *C. album*, tenían los valores más altos de tasa de entierro mientras que las más pesadas y mayores, como *P. convolvulus* y *F. tataricum*, tenían los más bajos. Las semillas diminutas tienen una mayor oportunidad de penetrar pasivamente en las grietas del suelo o de ser cubiertas (BEKKER et al, 1998). Las especies con un volumen similar tenían una tasa parecida de entierro, a pesar de sus diferencias de peso. Esto indica que el volumen parece tener una influencia mayor en la tasa de entierro que el peso de la semilla. De hecho las semillas que forman los bancos de semillas de tipo 'persistente' suelen ser pequeñas y compactas (HULME, 1994), lo cual estaría relacionado con nuestros resultados al observar mayor presencia de semillas de mayor tamaño y peso en la superficie del suelo.

De los resultados obtenidos también se observa que la precipitación de lluvia es de los principales factores asociado con el entierro aunque se desconoce si es una relación causal. La precipitación total durante el ensayo fue de 46.04 mm, las precipitaciones diarias más cuantiosas fueron de 23.99, 5.01 y 4.62 mm. Se asume que las semillas son arrastradas pasivamente en el suelo, en contraste con semillas, como *Avena fatua*, que presenta un mecanismo de auto-entierro. Como partículas delgadas, las semillas delgadas podrían ser lavadas y arrastradas a los poros de la superficie del suelo (MCINTYRE, 1958). Así, la lluvia y el viento serían agentes eficaces en ubicar las semillas en esos relieves los cuales aparecen tras el secado del suelo.

El barro, creado por las precipitaciones, podría ser otro medio de cubrir las semillas. Parece razonable asumir que existe una relación entre la precipitación y la tasa de entierro de las semillas. Si la precipitación es mayor esto significará una mayor cantidad de agua en el

suelo, la cual podría producir una importante escorrentía que afectaría al transporte de semillas.

La humedad ambiental y la temperatura influencian de forma indirecta a la tasa de entierro. Puesto que al variar los ciclos de humectación y desecación del suelo, resulta diferente grado de agrietamiento que favorecería el efecto de la lluvia y el viento en el entierro de las semillas. Los valores mas altos de tasa de entierro coinciden tras las intensas lluvias después de días sin llover.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado dentro del programa europeo de intercambio Sócrates entre universidades europeas. Me gustaría expresar mi agradecimiento a la Dra. Paula Westerman, en las tareas de apoyo, revisiones críticas y los valiosos avisos y comentarios como supervisora de este trabajo. Así como a Jordi Recasens por su apoyo y revisión para redactar este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

BEKKER, R.M.; BAKKER, J.P.; GRANDIN, U.; KALAMEES, R; MILBERG, P;
POSCHLOD, P; THOMPSON, K; WILLEMS, K.H. (1998). Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. Functional Ecology, 12: 834-842.

CROMAR, H.E.; MURPHY, A.D.; SWANTON, C.J. 1999. Influence of tillage and crop residue on postdispersal predation of weed seeds. Weed Science 47:184-194.

FORCELLA, F.; BENECH,R.L.; SANCHEZ,R.; GHERSA, C.M. (2000). Modelling seedling emergence. Field Crops Research 67:123-139.

HULME, P.E. (1994). Post-dispersal seed predation in grassland: its magnitude and sources of variation. Journal of Ecology. 82:645-652.

MCINTYRE, D.S. (1958). Soil splash and the formation of surface crusts by raindrop impact. Soil Science. 85: 261-266.

NAVIE, S.C.; PANNETA,F.D.; MCFADYEN, R.E.; Adkins, S.W.(1998). Behaviour of buried and surface-sown seeds of *Parhenium hysterophorus*. Weed Research, 38:335-341.

PEART, M.H. 1984. The effects of morphology, orientation and position of grass diaspores on seedling survival. Journal of Ecology, 72,437-453

WESTERMAN, P.R.; VAN DER WERF, W.; KROPFF, M.J.(2000). Pattern of epigaeic weed seed depredation during the summer in organic cereal fields. Wageningen University, Department of Plant Sciences, Crop and Weed Ecology Group.

Summary: Conditionants on the burial rate of weed seeds on the soil surface. Much of the loss of total weed seed production is due to seed predators. They consume a large part of the seeds that cannot be retrieved. The exposure period to seed predators determines the intensity of seed loss. Buried and hidden seeds have lower rates of seed depredation than those remaining on the soil surface. Their burial may depend on different conditions or factors. The main factors or conditions that influence the burial rate of weed seeds have been identified i.e. shape, size and weight of the seed, weather conditions and soil type. The selection of seeds, based on their shape and size, and its next exposition to the weather conditions in

sieves filled with clay or sandy soil showed that small seeds had a higher burial rate than big seeds. Mainly influenced by the amount of rain in the previous days and wind speed. While air humidity and temperature influence burial rate probably by causing variations in the wetting and drying cycles to which the soil has been exposed.
Key words: seed predators, seed bank, seed features, weather conditions.

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA PRESION DE SELECCIÓN DEL SISTEMA SIEMBRA DIRECTA-GLIFOSATO EN LAS COMUNIDADES DE MALEZAS DE CULTIVOS DE SOJA: DOS APROXIMACIONES

E.S. Leguizamón Frey[1], G. Ferrari[1], A.Contigiani[1]
[1]Cátedra de Malezas. Depto de Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. C.C. 14 (CP S2125ZAA). Zavalla. Santa Fe. Argentina. e-mail laupamar@arnet.com.ar

Resumen: Se realizaron evaluaciones de la comunidades de malezas en cultivos de soja en siembra directa (SD) -un sistema basado en gran medida en el uso de glifosato- según dos aproximaciones: en el Método 1 se utilizaron las parcelas correspondientes a un experimento de larga duración iniciado en 1998 cuyos cuatro tratamientos están caracterizados por una dosis anual decreciente de glifosato. En el Método 2 se evaluaron lotes de soja del área cercana con similares atributos de productividad seleccionados según su diferente longevidad (3 a 11 años) en SD. Se determinó la presencia de malezas en 50 puntos de muestreo sobre dos transectas diagonales en cada una de las parcelas o lotes. La matriz de frecuencias fue analizada mediante el Análisis de correspondencias (PCA). Se calculó la Diversidad según Pielou -H-. El análisis de correspondencias mostró un agrupamiento de los autovalores de la parcela con mayor uso de glifosato (Método 1) con los lotes de mayor historia bajo SD (Método 2). No se detectaron diferencias en H entre las parcelas del Método 1. H mostró sin embargo una tendencia decreciente al aumentar la longevidad bajo SD en los lotes del Método 2, lo cual indicaría que la diversidad parece estar más asociada a la longevidad del sistema SD que a la dosis anual de uso del herbicida.
Palabras clave: Análisis de Correspondencias, Diversidad.

INTRODUCCION

La disponibilidad de herbicidas de buena performance y amplio espectro de control permitió la rápida expansión de la siembra directa (SD), un sistema que ha contribuído sin dudas al mejoramiento de las características fisicoquímicas del suelo y al incremento de la conservación del agua en el perfil, un aspecto crucial en los sistemas de producción de secano. Más del 30 % del total de tierra cultivable y más del 60 % de la soja se siembra bajo SD. El herbicida más utilizado en este sistema es el glifosato (n-fosfono-metil glicina), el cual se viene utilizando en los barbechos desde hace más de diez años, en conjunto con herbicidas

postemergentes del grupo de los fenoxiacéticos (2,4-D) o residuales (metsulfurón-metil, atrazina). En el cultivo de soja, el uso de glifosato se generalizó a partir de 1998, con la introducción de los primeros cultivares resistentes al herbicida (GR). En la actualidad, casi el 100 % del área cultivada con soja lo es con cultivares GR (Leguizamón, 2002). El presente trabajo intenta determinar los posibles cambios en las comunidades de malezas en cultivos de soja bajo diferentes "presiones" de uso de glifosato según dos aproximaciones metodológicas.

METODOS Y MATERIALES

En el primer enfoque, los posibles efectos estarían determinados por la aplicación de *dosis crecientes* del herbicida en forma sistemática. En el segundo, la presión de selección estaría determinada por la *longevidad* del sistema de producción bajo SD + glifosato en una dosis que se supone constante a lo largo del tiempo.

Método 1: Dentro de los 30 días luego de la siembra (M1) e inmediatamente después de la cosecha del cultivo de soja (M2) se relevó la presencia de malezas en 50 estaciones (área aproximada 7 m2 alrededor del observador) situadas sobre dos transectas diagonales en parcelas de 20 m de ancho x 300 m de longitud. que forman parte de un experimento de largo plazo iniciado en 1998 bajo SD situado en la localidad de Pujato (33º 61' Lat. S), de buena capacidad de uso y representativo del área. En este experimento, se aplican cuatro tratamientos caracterizados por una dosis decreciente de glifosato y su correlativo reemplazo por otros herbicidas (Tabla 1) sobre soja GR. Más detalles experimentales se describen en una presentación previa (Leguizamón, Ferrari & Boca, 2001). Al igual que en el método 2, los barbechos reciben tratamientos de glifosato a dosis medias de 1.44 kg i.a. ha-1 con el agregado de 2,4-D a una dosis de 0.5 kg i.a. ha-1 .

Tabla 1. Tratamientos basados en la Intensidad de uso de glifosato.

Parcela	Tratamientos herbicidas
D	Bentazón[1] 0.96 + Cletodim[2] 0.19 +Flumetsulam[3] 0.03 kg i.a. ha^{-1}
C	Glifosato[4] 0.72 + Bentazón[1] 0.96 kg i.a. ha^{-1}
B	Glifosato 1.5 kg. i.a. ha^{-1}
A	Glifosato 2 kg. i.a. ha^{-1}

1- LS 60% , 2- CE 24%, 3- GS 80% y 4- GS 74.7%

Método 2: En campos aledaños y ubicados en series de suelos similares con idéntica capacidad de uso a la del suelo del experimento mencionado anteriormente, se seleccionaron lotes con diferente longevidad bajo SD (Tabla 1), sembrados con cultivos de soja GR en época similar (mediados de diciembre) y que reciben tratamientos similares a los de la parcela B (Mét. 1). En cada uno de ellos se realizaron censos florísticos de igual modo y en los mismos momentos que los explicitados en el Método 1.

Tabla 2. Denominación de los lotes elegidos en base a su longevidad bajo SD.

Lote	Longevidad bajo SD (años)
L-11	3
L-13	3
L-5	4
L-7	4
L-1	5
L-23	9
L-3	11

Se tabuló el listado florístico y se calculó la frecuencia. Se calculó el *Indice de Diversidad* (Pielou 1966) H, apropiado cuando existe alta frecuencia de valores nulos. Se aplicó la técnica de *Análisis de Componentes Principales (Principal Components Análisis - PCA-)* (Goodall, 1954), para las cinco especies más constantes, porque maximiza la varianza explicada por cada eje de autovalores y es una de las mejores técnicas cuando la distribución de datos se aproxima a una normal. En la técnica "*De Promedios Recíprocos" (Reciprocal Averaging -RA-),* conocida también como *"Análisis de correspondencias"* (Hill, 1973) los autovalores discriminan por la distancia calculada como Chi-cuadrado de las muestras, lo cual permite dar mayor peso a especies poco frecuentes.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 3 se detalla la frecuencia en M1 y M2 en el total de muestras.

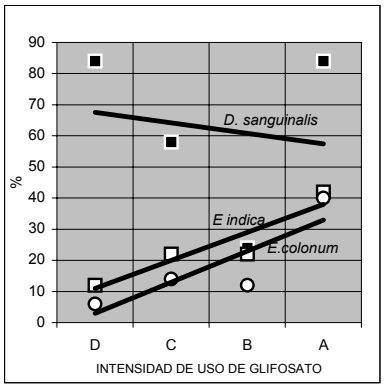
Tabla 3. Listado florístico y frecuencia en M1 y M2.

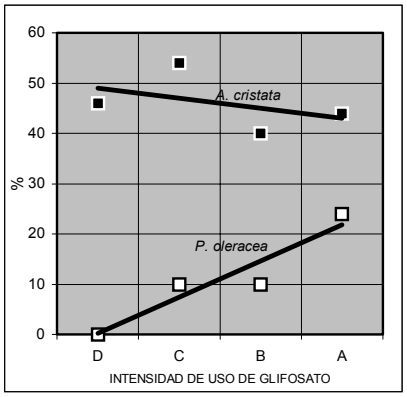
Género y especie	Frecuencia (%)		Género y especie (cont.)	Frecuencia (%)	
	M1	M2		M1	M2
Alternanthera phyloxeroides	1.0	1.5	*Jaborosa integrifolia*	2.7	-
Amaranthus quitensis	3.8	9.8	*Lamium amplexicaule*	-	14.2
Ammi spp	-	0.2	*Nicandra physaloides*	-	4.5
Anoda cristata	33.7	12.5	*Oxalis* spp	9.8	0.7
Bowlesia incana	-	8.5	*Panicum bergii*	0.2	-
Capsella bursa-pastoris	-	1.6	*Poa annua*	-	1.3
Carduus acanthoides	0.8	1.3	*Physalis viscosa*	2.0	6.2
Chenopodium album	7.2	1.8	*Polygonum aviculare*	1.5	-
Commelina virgninica	0.3	-	*Polygonum convolvulus*	2.7	-
Conyza bonariensis	0.8	-	*Portulaca oleracea*	14.3	20.4
Convolvulus arvensis	-	0.2	*Rumex crispus*	0.2	0.2
Coronopus didymus	4.2	10.2	*Senecio grisebachii*	-	0.7
Cynodon dactylon	1.3	-	*Sida* spp	0.3	1.5
Cyperus esculentus	1.0	1.1	*Silene gallica*	0.5	0.9
Cyperus rotundus	5.2	5.8	*Sonchus oleraceus*	4.8	2.7
Desconocida	0.7	-	*Sorghum halepense*	4.8	4.4
Digitaria sanguinalis	49.5	20.4	*Stellaria media*	0.3	17.5
Echinochloa colonum	17.8	14.5	*Tagetes minuta*	0.7	-
Eleusine indica	8.8	12.7	*Taraxacum officinalis*	-	0.7
Euphorbia spp.	44.3	41.5	*Urochloa platyphylla*	1.5	1.1
Gamochaeta spp	1.5	1.8	*Urtica urens*	0.8	0.4
Ipomoea spp	3.3	-	*Verbena bonariensis*	0.7	-
Iresine difusa	0.2	0.2	*Veronica persica*	6.5	3.1

En las Figs. 1 y 2 se muestra la tendencia de las frecuencias de las cinco especies más constantes (*Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Anoda cristata* y *Portulaca oleracea*) en M1, existiendo buen correlato entre ambos enfoques para el caso de *Echinochloa colonum* y *Portulaca oleracea*. En la Tabla 4, H en el Mét. 1 da un valor medio de 2.51 y el Mét. 2 de 2.93, con una tendencia decreciente al aumentar la longevidad bajo SD.

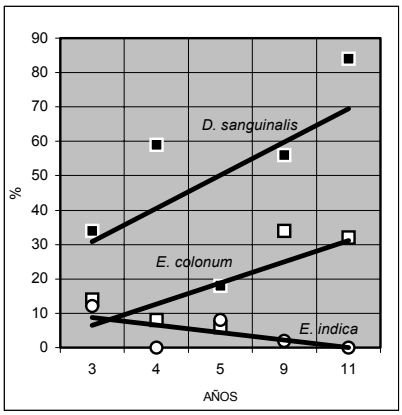
Tabla 4. Diversidad (H) en función de mayor uso de glifosato (Mét 1) o mayor longevidad bajo SD (Mét.2).

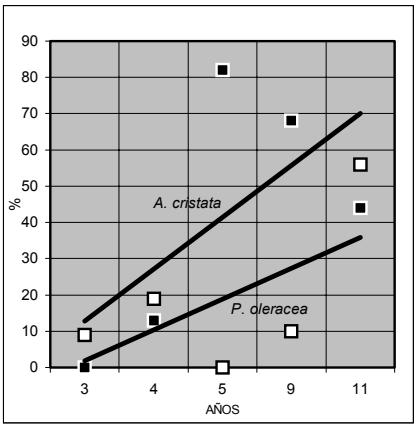
D	C	B	A	3	4	5	9	11
2.41	2.50	2.64	2.48	3.41	3.21	2.66	2.73	2.63





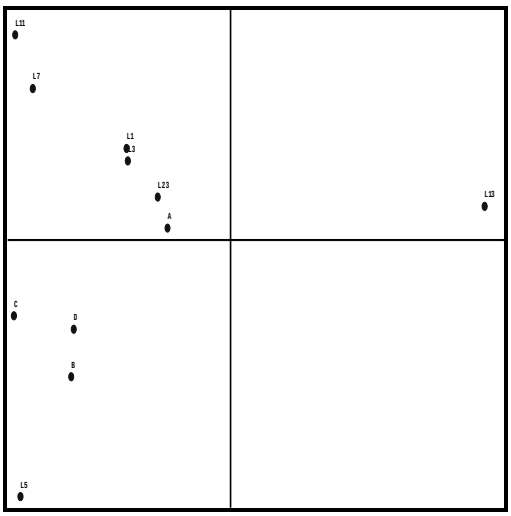
Figs. 1a y 1b Tendencia de la frecuencia relativa de gramíneas (a) y dicotiledóneas (b) en relación con el uso de glifosato (Mét 1).





Figs. 2a y 2b. Tendencia de la frecuencia relativa de gramíneas (a) y dicotiledóneas (b) en relación con la historia bajo SD (Mét 2).

En la Fig. 3 se muestran el agrupamiento según PCA. En la Fig. 4, según RA.



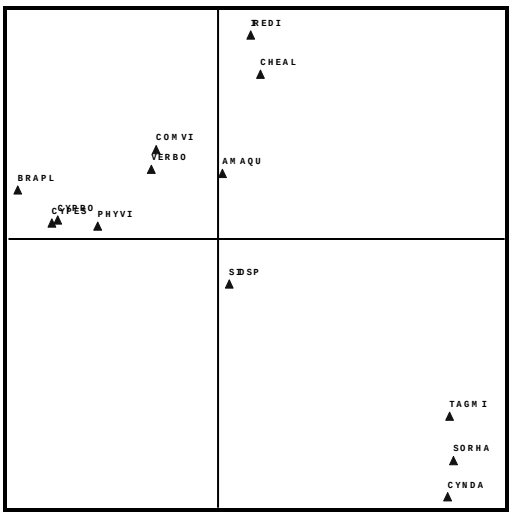


Fig 3. PCA de las cinco especies más constantes.

Fig 4. RA de las especies menos frecuentes.

PCA agrupa a las parcela con mayor uso de glifosato (A) y a los lotes con mayor historia de SD+Glifosato (L23, L3). La varianza acumulada por los dos ejes señalados significa el 84 % del total. RA separa las especies de reciente aparición (ej. *Commelina virginica*) de las pertinentes a agricultura convencional (ej. *Sorghum halepense*).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo tiene financiamiento parcial de Monsanto Argentina y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (Proyecto 08-03866). Agradecemos a los propietarios de los campos por permitir el ingreso irrestricto en sus predios, en especial a la Sra C. Muniagurria y a sus contratistas (Rogani & Cía) y al Sr. M. Mandolesi. El Ing. Agr. O. Nardi nos brindó su ayuda para identificar lotes de distintas historias.

BIBLIOGRAFIA

GOODALL, D. W. (1954). Objective methods for the classification of vegetation. III. An essay in the use of factor analysis. Australian Journal of Botany 2: 304-324.

HILL, M. O. (1973). Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. Journal of Ecology 61: 237-249.

LEGUIZAMÓN, E. S. (2001). Transgenic Crops in Argentina: present situation & prospects. AgBiotechnet (CAB). AG-007.

LEGUIZAMÓN, E. S.; FERRARI, G. Y BOCA, S. (2001). Efecto de glifosato sobre la flora de malezas de cultivos estivales. Congreso 2001 de la SEMh. León. 71-76.

PIELOU, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology 13:131-144.

Summary: Study of direct drilling-glyphosate system selection pressure on soyabean weed communities: two approaches. Evaluations on soyabean crops under Direct Drilling System (DD) – a system heavily relying on glyphosate- according to two approaches: in Method 1 plots of a long-term trial are subjected each year to a decreased glyphosate usage. In Method 2, soyabean fields of surrounding area with similar productivity attributes were selected according to their longevity on SD system (3 to 11 years). Weeds were scouted in 50 points on two transects of each of the plots or the fields. Frequency matrix were analyzed according to Principal Component Analysis (PCA). Diversity was calculated using Shannon-Weaver Diversity Index. PCA exhibited a cluster of eigenvalues of plot with highest glyphosate rate (Method 1) and fields with long story under SD (Method 2). H did not differ in Plots of Method 1. H however, showed a tendecy of decrease as the SD system longevity increased, which may indicate that diversity may be more related to the longevity of the SD System than the annual glyphosate rate.

Key Words: Principal Components Analysis, Diversity.

WATER-HYACINTH (*Eichhornia crassipes*) IN PORTUGAL – SYNOPSIS OF ITS BIOECOLOGY AND MANAGEMENT

A. Monteiro[1], I. Moreira[1], A. C. Santos[2] y P.M. Serrasqueiro[3]
[1]Instituto Superior de Agronomia, Depto de Protecção das Plantas e de Fitoecologia, Tapada da Ajuda, P-1349-017 Lisboa, anamonteiro@isa.utl.pt; ilidiomor@mail.telepac.pt
[2]Agroquisa-Agroquímicos, S.A.Rua dos Navegantes, 53,2º Esq., P-1070-070 Lisboa, ac.santos@clix.pt
[3]Associação de Beneficiários da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira, Estrada Nacional nº 10 (ao Camarão), Apartado 6, P-2601-997 Vila Franca de Xira

Summary**:** A brief review of the water-hyacinth studies in Portugal is presented. Water-hyacinth is a noxious invader plant on the central portuguese river basins. Its growth and life cycle are reported. The strategy control methods that have been developed since the 80's are summarized. Finally, an actual water-hyacinth management program carried on in the agricultural region of Lezíria Grande de Vila Franca de Xira, Tagus River, with 470 km of drainage channels is presented as well as its costs.
Key-words: *Eichhornia crassipes*, distribution, biology, control.

INTRODUCTION

The serious problem aroused by the spreading of aquatic weeds has become a growing issue, evaluated in several essays as the ones written by MOREIRA *et al.* (2002) and CATARINO *et al.* (2001). *Eichhornia crassipes* (Mart. Solms) was firstly mentioned in 1939 in Sado river basin. After its emergence also on other areas, reached its major expansion on Tagus river basin since 1974/1975, perhaps owing to the release of large amounts of plant mass from the Belver lagoon (GUERREIRO, 1976). Nowadays, the infestation by water-hyacinth is widely spread in central region of Portugal, and it seams that in the North the plant can not survive due to its highly sensitivity to low temperatures (Fig. 1).

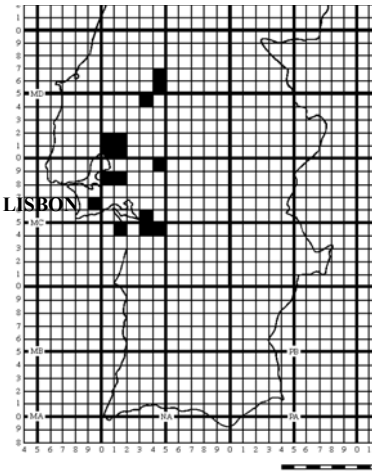


Figure 1. Infestations of water-hyacinth in Portugal, 2002.

The invader plant became important in natural aquatic systems as in agricultural hydraulics, such as "Reserva do Paúl de Boquilobo", in Golegã region, and

the drainage and irrigation channels of the irrigated fields of Tagus and Sado rivers basins.

WATER-HYACINTH GROWTH AND LIFE-CYCLE

The growth and phenology of water-hyacinth was monitored in Lezíria Grande de Vila Franca de Xira (LGVFX) drainage channel (low bassin Tagus river), through out the morphometric biweekly measurement of its root and aerial parts dry weight, leaf stalk length, flowers classification and number by plant, as well as its biomass (DUARTE *et al.,* 1984; DUARTE & AGUSTI, 1986). The channels where the study took place, as in general in LGVFX, had hipereuthrophic characteristics. The most affected parameter by this weed is the dissolved oxygen in water. In mid summer, the highest values of O_2 in water column were 2 mg L^{-1}, being hazardous to fish (DUARTE & AGUSTI, 1986; MONTEIRO *et al*., 1987). There are two different morphotypes of water-hyacinth: *i)* inter specific competition strategy for space, plants showing long and wide leaf stalks, with exquisite aerific chambers, acting as floating devices, leaf stalks with 30 cm at most, with no relationship to the plant age; *ii)* intraspecific competition strategy in confined areas, with longer leaf stalks, of about 30 to 150 cm, without floating structures, nevertheless developing a large number of stolons (DUARTE & AGUSTI, 1986).

The low temperatures and the winter frosts injure the green parts of the plant, although the stolons and the rhizomes survive regenerating the renewed parts of the plant with leaves and floating structures, as soon as the average temperatures rise above 10-12 ºC (Fig. 2).

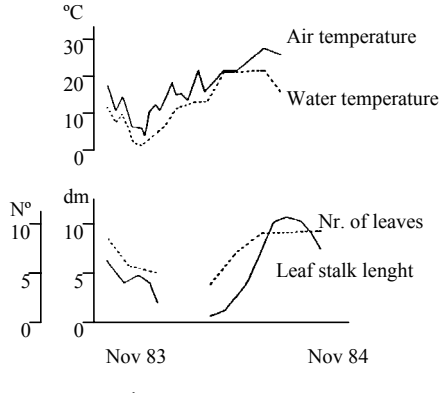


Figure 2. Relationship between the air temperature and the water temperature and the number of leaves/plant and the leaf stalk growth of water-hyacinth in Lezíria Grande de Vila Franca de Xira. (Extracted from DUARTE *et al*., 1984).

WATER-HYACINTH CONTROL STUDIES IN PORTUGAL

Water-hyacinth biological control

Insects: There are a few arthropods that have already demonstrated their efficacy in water-hyacinth management. The Corculionidae *Neochetina eichhorniae* and *N. bruchi*, which diet is based on leaves and leaf stalks (GOPAL, 1987). Biological control using these insects has been widely studied in the last few years. One of these two species has already been successfully introduced in about twenty countries in America, Asia, Africa and Oceania.

In Portugal, in 1995 and 1996, were made trials using *Neochetina* spp., brought from EUA, firstly at quarantine facilities of Direcção-Geral de Protecção das Culturas and later in open air, in water tanks at "Centro Aquícola" in Azambuja. However, as mentioned in MONTEIRO & MOREIRA (2001), the insects did not survive, being unknown the actual reason for the failure: either the winter conditions or due to an infection with a *Microsporidium* sp. or yet the high adult age, which seem to adversely affect reproduction.

Fish: The family Cyprinidae includes the fish massively used for biological control of aquatic weeds, the herbivore carp, *Ctenopharyngodon idella* Val., also known as "white amur", "grass carp" or "Chinese grass carp". It must highlight the fact that recently in EUA, has being used a triploid to ensure that the reproduction of the carp, in nature, does not occur (STEINKOENING, 1994). In 1994, young herbivore carps were brought (aged 0+), having been made trials, in small tanks and in quarantine, of diet with the dominant plants of LGVFX (CATARINO *et al.*, 1997). In a scale from -1 to +1 (-1=plant not eaten, 0=neither selection neither positive nor negative, 1=only plant eaten). The preference levels in the presence of other plants were very low to water-hyacinth (-0,72 to -0,97). The tests were repeated in the summer of 1995, with older fishes (aged 1+), being observed the value -0,26 for the preference level of water-hyacinth. Another kind of trial, feeding the herbivore carp with one plant species at time, in unlimited quantities, was also made. The eating rate (plant biomass/fish biomass *per* day of water-hyacinth) was of 0,22. In the summer of the same year, trials in land tanks at Centro Aquícola with water-hyacinth were made. The herbivore carp has prevented water-hyacinth growth. Although the carp's diet preferences fall on another species, on extreme water-hyacinth situations, it has some depressive action.

Current water-hyacinth management in LGVFX.

The water-hyacinth control in LGVFX, until 2000, was mainly carried out by mechanical removal by means of long dipper harm excavators, equipped with special buckets and at odd times, manually. Since the 80's, in addiction to mechanical removal, nets to stop the water-hyacinth masses have been used at a few cross-channels. Plant's dragging to Tagus River by the south floodgates, making profit of water flow variation, linked to tides, was also done (FIGUEIREDO *et al.,* 1984). The use of floating pickers was rehearsed, but it revealed it self as unpractical and expensive.

The studies made over chemical control during the 70's until the 90's (MOREIRA *et al.,* 1998) lead to the selection of glyphosate, used in concentrations between 0,7 and 0,9 % of active ingredient, for extensive applications using a carried jet sprayer adapted to a boat. The herbicide sprayings must be done after mechanical removal, at the remaining spots, usually near the channel banks. Glyphosate was chosen for its low toxicity to fish and the absence of a safety interval in using water for irrigation. The application in small water-hyacinth spots also represents lower ecological hazard, especially the water oxygen depletion when large amounts of plant's mass start to decompose.

Starting 2001, was introduced in LGVFX an Integrated Management Program. In this program, after mechanical removal, glyphosate is sprayed together with physical measures, as nets in strategic spots to avoid the problem's propagation to uninfected channels.

Based on data provided by Farmers Association of LGVFX, the costs of both mechanical removal and herbicide application were estimated, for the period between 1999 and 2002. In 2002, a reduction of about 74% in total costs of water-hyacinth management was observed, when compared with the amount spent in 2001, as well as a remarkable decrease of 84% when compared with 1999 costs (Fig. 3).

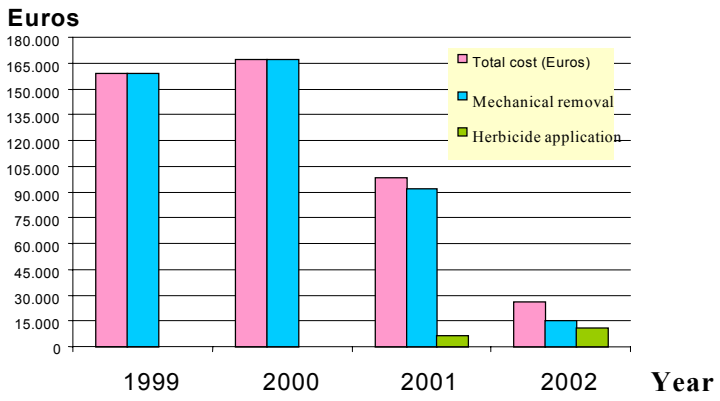


Figure 3. Costs of *Eichhornia crassipes* management between 1999 and 2002.

CONCLUSIONS

Chemical control, used additionally to mechanical removal and gathered with plain measures has allowed water-hyacinth successful management in LGVFX conditions, with the natural economic advantages. However studies regarding the possibility of biological control should be carried on to prevent from eventual chemical control prohibition in watercourses. The introduction of herbivore carp ought to have better experimental certification, in LGVFX conditions, for evaluation of its efficacy and its impacts on other fish's life. Biological control using insects such as *Neochetina* spp., eventually after the mechanical removal, would be a profitable solution. Studies over this matter ought also to be carried on, in order to know the carp's winter survival capacity and the possibility of its action.

ACKNOWLEDGMENTS

Work developed and supported by the Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, in the extent of AGRO Program, Project nr. 113, under the title "Soil and Water Integrated Management in LGVFX".

REFERENCES

CATARINO, L. F., FERREIRA, M. T. & MOREIRA, I. S. (1997) Preferences of grass carp for macrophytes in iberian drainage channels. J. Aquat Plant Manage., 36: 79-83.

CATARINO, L.; MOREIRA, I. FERREIRA, T. & DUARTE, M.C. (2001). Plantas aquáticas infestantes de valas e canais. ISAPress. 161 pp.

DUARTE, C. & AGUSTI, S. (1986). Ecologia de la invasion de canales de irrigation por macrófitos aquáticos. Centro Bot. Aplc. Agric., Univ. Técnica de Lisboa. H/8/86.

DUARTE, C.; AGUSTI, S. & MOREIRA, I. (1984). Waterhyacinth and watermilfoil in Portugal. Proc. 3rd Symp. Weed Prob. Medit. Area, 3: 667-674.

FIGUEIREDO, J.; DUARTE, C.; AGUSTI, S. & MOREIRA, I. (1984). As infestantes aquáticas nos sistemas de irrigação e drenagem do Ribatejo. Recursos Hídricos, 5: 1, 5-14.

GOPAL, B. (1987). *Water Hyacinth.* Aquatic Plant Studies **1.** Elsevier, 471 pp.

GUERREIRO, A.R. (1976). O jacinto aquático *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms em Portugal. II Simp. Nac. Herbologia, 1-17.

MONTEIRO, A. & MOREIRA, I. (2001). Luta biológica contra infestantes. *In* (DePrado, R. & Jorrin, J.V., eds). Uso de herbicidas en la Agricultura del Sieglo XXI. Servicio de Publicaciones Universidade de Cordoba, 331-347.

MONTEIRO, A.; FERREIRA, T & MOREIRA, I. (1987). Infestantes aquáticas e degradação da qualidade da água no vale do Sorraia: dois casos de estudo. Seminário sobre Aquacultura. ICBAS/APRH, Porto, 23-31.

MOREIRA, I.; CATARINO, L.; MONTEIRO, A. & FERREIRA, T. (1998). Gestão de infestantes aquáticas. Estudos e Documentos de Trabalho, 4. Instituto da Água.

MOREIRA, I.; FERREIRA, T.; AGUIAR; F. & DUARTE, M.C. (2002). Plantas infestantes e invasoras de ecossistemas dulçaquícolas. *In* (Moreira, I.; Ferreira, T.; Cortes, R.; Pinto, P. & Almeida, P.R., eds.) Ecossistemas aquáticos e ribeirinhos. Ecologia, Gestão e Conservação, 4.3-4.17. Instituto da Água.

STEINKOENING, E. (1994). Virginia's triploid grass carp program. Proc. Grass Carp Symp., 19-20.

COMPETENCIA DE *Datura stramonium* CON TOMATE Y PIMIENTO

I. Santin[1], R. González Ponce[2]
[1] Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). Madrid. isantin@inia.es
[2] Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC). Madrid. rgponce@ccma.csic.es

Resumen: En experimentos en invernadero se ha estudiado el efecto del tiempo de emergencia de la mala hierba *Datura stramonium* en los cultivos de tomate y pimiento. Cuanto más próximo fue el tiempo de emergencia de la mala hierba al de los cultivos menores fueron el crecimiento, rendimiento de frutos y absorción de N de éstos. Hubo pues competencia por N en ambos cultivos, incluso en emergencias tan tardías como principio de la floración de éstos, siendo siempre la competencia mayor con pimiento. En pimiento, adicionalmente a la competencia por N ocurrió una competencia de la mala hierba por luz cuando la mala hierba emergió simultáneamente, en 2 ó en 4 hojas del cultivo.
Palabras clave: *Capsicum annuum*, competencia, *Lycopersicon esculentum* nitrógeno.

INTRODUCCION

Tomate y pimiento son cultivos de verano que poseen elevadas necesidades tanto de luz para su floración como de nitrógeno para una adecuada producción de frutos (LOCASCIO *et al*., 1984) y se hallan infestados por numerosas especies de malas hierbas de verano. En ambos cultivos ha sido estudiado el efecto que la altura de las malas hierbas ejerce sobre el rendimiento de frutos (FRIESEN, 1979; MEDINA y ZARAGOZA, 1992; GONZALEZ PONCE *et al*., 1996). Menor información se dispone acerca de la competencia por nutrientes (GONZALEZ PONCE *et al*., 1996) . Ha sido demostrado en tomates trasplantados que las pérdidas de rendimiento de frutos ocasionadas por las malas hierbas son debidas más a la competencia por luz que por agua y nutrientes (FRIESEN, 1979). Otros investigadores (WEAVER y TAN, 1987) encontraron en tomate de siembra directa que las pérdidas de fruto se debieron a la competencia de las malas hierbas por luz y agua. En un estudio comparativo sobre la competitividad de tomatito (*Solanum nigrum* L.) con estos dos cultivos se encontró competencia con ambos por luz y nutrientes, si bien fue muy superior con el pimiento a con tomate y ocurrió incluso con emergencias más tardias en el primero que en el segundo (GONZALEZ PONCE *et al*., 1996).

La mala hierba *Datura stramonium* L. emerge escalonadamente durante la estación de crecimiento de los cultivos de verano, posee un vigoroso crecimiento y facilidad para sombrear a los cultivos a los que infesta (WEAVER y TAN, 1987). Además posee una rápida

absorción de nitratos del suelo, lo que la puede proporcionar una ventaja competitiva respecto de los cultivos, especialmente el pimiento, de lenta absorción de nitratos (GONZALEZ PONCE y SALAS, 1999). Los daños productivos ocasionados por esta mala hierba han sido del 61% en tomate de siembra directa (MONACO *et al*., 1991) y muy elevados en pimiento (MEDINA y ZARAGOZA, 1992), éstos últimos, atribuidos a la mayor altura y superficie foliar de la mala hierba.

El objeto del presente trabajo fue estudiar de forma comparativa la competitividad de la mala hierba *D. stramonium* con los cultivos de tomate y pimiento y si esta pudiera ser ocasionada por luz ó nitrógeno.

MATERIAL Y METODOS

Se realizaron dos experimentos en invernadero, uno con tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y otro con pimiento (*Capsicum annuum* L.), ambos creciendo en tiestos con 9 kg de suelo , bien solos o con la mala hierba *Datura stramonium* L. En cada experimento y por tiesto se ensayaron los siguientes tratamientos: emergencia simultánea de una planta de la mala hierba y una del cultivo, y emergencia de una planta de la mala hierba con una del cultivo en los estados de 2, 4 y 6 hojas, así como comienzo de la floración del cultivo. También, como control, se ensayó una planta del cultivo creciendo sóla en cada tiesto. Cada experimento se ajustó a un diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento. Las plantas de las especies fueron obtenidas a través de la germinación de semillas de la mala hierba y de las variedades Marmande en tomate y Dulce Italiano en pimiento. La germinación se verificó en un substrato suelo: arena en proporción 3: 1en una cámara a 26/18ºC de temperatura y fotoperiodo de 14/10 h. Cuando en las plántulas de las tres especies aparecía la primeras hoja verdadera eran trasplantadas a los tiestos definitivos. Hubo que hacer siembras secuenciales con el fin de disponer plantas para simular los distintos tiempos de emergencia El suelo era franco arenoso y poco fértil, por ello hubo que fertilizarle adecuadamente para cubrir las necesidades nutricionales de las plantas en los tiestos, también los riegos aplicados en el ciclo fueron suficientes para que el agua no fuera limitante del crecimiento y no hubiera competencia por este recurso.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cuanto más temprana fue la emergencia de *D. stramonium* en ambos cultivos mayor fue su producción en materia seca, producción de semillas y absorción de N, ganando por consiguiente en su capacidad competitiva y reinfestadora del suelo, tal como ocurrió cuando lo hizo tomatito en estos mismos cultivos (GONZALEZ PONCE *et al*., 1996). Sin embargo, estos atributos fueron muy inferiores en la mala hierba creciendo con tomate a cuando lo hizo con pimiento. Esto fue debido al más rápido crecimiento y absorción de nitratos del suelo por tomate que por pimiento, lo cual proporcionó al primero una mayor ventaja competitiva contra la mala hierba, tal como se obtuvo anteriormente (GONZALEZ PONCE y SALAS, 1999).

En la Tabla 1 se muestra cómo en general cuanto más temprana fue la emergencia de la mala hierba menores fueron el peso seco vegetativo, rendimiento de frutos, número de frutos, peso medio de fruto y absorción de N de ambos cultivos. Esto mismo ocurrió en el caso de estos cultivos creciendo con la mala hierba tomatito (GONZALEZ PONCE *et al.,* 1996) . Los descensos en los atributos ocurrieron en ambos cultivos en emergencia tan tardía de la mala hierba como en el comienzo de la floración del cultivo, excepto para el caso de la humedad

del fruto y peso medio del fruto del pimiento que se vieron reducidos en emergencias hasta 2 y 4 hojas respectivamente. Adicionalmente, en pimiento, la proximidad en el tiempo de emergencia de la mala hierba produjo unas reducciones significativas en la altura de la planta y la humedad de los frutos. Los descensos de peso fresco de frutos en caso de emergencia simultánea de la mala hierba respecto del control fueron del 100% en caso del pimiento y del 92.9 % en caso del tomate, este último muy superior al 61% encontrado por otros autores (MONACO *et al.,* 1991).

Tabla 1. Atributos de tomate y pimiento creciendo sólos ó con *D. stramonium* desde diversos tiempos de emergencia de la mala hierba hasta la maduración de los frutos de los cultivos.

	Control (solo)	Pr. Florac.	6 hojas	4 hojas	2 hojas	Simult.	M.D.S. P< 0.05
TOMATE							
Peso seco veg.(g/planta)	125.8	84.4	84.2	88.1	69.3	54.9	12.8
Rend. fruto (g/planta)	737.9	338.8	248.7	226.9	169.4	52.5	44.3
Nº frutos/planta	10.3	7.6	6.0	6.0	5.3	5.0	1.7
Peso med.fruto (g/fruto)	72.3	44.2	39.1	38.7	31.9	10.8	10.2
N absorbido (mg/planta)	182.6	109.6	96.1	88.5	68.3	44.0	13.9
PIMIENTO							
Altura planta (cm)	68.8	51.6	53.3	34.6	31.5	25.0	8.2
Peso seco veg.(g/planta)	35.1	22.3	10.8	3.9	2.3	1.0	5.2
Rend. fruto (g/planta)	382.2	193.2	44.0	29.2	20.9	0	10.6
Nº frutos/ planta	8.3	4.0	1.0	1.3	1.0	0	0.5
Peso med.fruto (g/fruto)	45.9	48.3	44.1	22.7	20.9	0	7.6
N absorbido (mg/planta)	102.2	56.7	22.4	9.3	6.4	1.6	8.4
Humedad fruto (%)	94.8	94.1	93.3	92.1	91.1	--	2.9

Además, mientras que la mala hierba en ningún momento del ciclo ni en ningún tiempo de emergencia superó en altura a la planta de tomate si lo hizo en ocasiones en caso del pimiento (Figura 1). Así, en caso de emergencia simultánea de ambas la mala hierba superó en altura al pimiento desde que este alcanzó 4 hojas, cuando la emergencia fue en 2 hojas desde que el pimiento alcanzó 8 hojas y cuando la emergencia fue en 4 hojas desde el principio de la floración. En emergencias en 6 hojas y más tardía, la altura de la mala hierba no fue ya capaz de superar a la del pimiento, ni la altura de la planta de pimiento a la maduración de los frutos se vio apenas afectada por la presencia de la mala hierba. Debido al tipo de arquitectura de la mala hierba y del pimiento ocurrió un visible sombreado de numerosos órganos del cultivo en aquellas circunstancias en que la mala hierba superó en altura al cultivo por lo que es fácil intuir entonces una competencia por luz tal como se intuyó anteriormente (MEDINA y ZARAGOZA, 1992) y que afectaría seriamente a la producción de frutos (FRIESEN, 1979; WEAVER y TAN, 1987). Existiría también una competencia por N de la mala hierba con ambos cultivos, si bien más acentuada en pimiento que en tomate , que seria responsable también de los daños en el crecimiento y producción de los frutos de tomate y aún más en pimiento. A esta competencia se añadiría la existente por luz que aún acentuaría más los daños en diversos tiempos de emergencia de la mala hierba en pimiento tal como ocurrió por la presencia de la mala hierba tomatito (GONZALEZ PONCE *et al.* , 1996).

BIBLIOGRAFIA

FRIESEN, G.H. (1979). Weed interference in transplanted tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). Weed Science, 27, 11-13.

GONZALEZ PONCE, R. ; SALAS, M.L. (1999). Differential utilization of nitrates by solanaceous species, crops (tomato and pepper) and weeds (black nightshade and thorn apple). Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 74 (2), 254- 258.

GONZALEZ PONCE, R. ; ZANCADA, C. ; VERDUGO, M. ; SALAS, M.L. (1996). Plant height as a factor in competition between black nightshade and two horticultural crops (tomato and pepper). Journal of Horticultural Science, 71(3), 453-460.

LOCASCIO, S.J.; FISKELL, J.G.A. ; GRAETZ, D.A.; HAUCK, R.D. (1985). Nitrogen accumulation by pepper as influenced by mulch and time of fertilizer application. Journal of American Society for Horticultural Science, 110, 325- 328.

MEDINA, J.A.; ZARAGOZA, C. (1992). Efecto de la interferencia de *Datura stramonium* en el desarrollo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) en invernadero. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbologia., Lérida, 379-383.

MONACO, T.J.; GRAYSON, A.S.; SANDERS, D.C. (1981). Influence of four weed species on the growth, yield and quality of direct-seeded tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). Weed Science, 29, 394-397.

WEAVER, S.E. ; TAN, C.S. (1987). Critical period of weed interference in field-seeded tomatoes and its relation to water stress and shading. Canadian Journal of Plant Science 67, 979-991.

Summary: Competition of *Datura stramonium* with tomato and pepper The effect of the time of emergence of the weed *Datura stramonium* on tomato and pepper has been studied in glasshouse experiments.The closer weed emergence was to the crops the lower were the growth, fruit yield and N uptake of the crops. There was a nitrogen competition by the weed with both crops, even when weed emergence was as late as the beginning of flowering, being the competition greater with pepper that with tomato. In addition to N competition the weed competed with pepper for light when emerged simultaneously, at two or four leaves of the crop.

Key words*:* *Capsicum annuum,* competition, *Lycopersicon esculentum,* nitrogen.

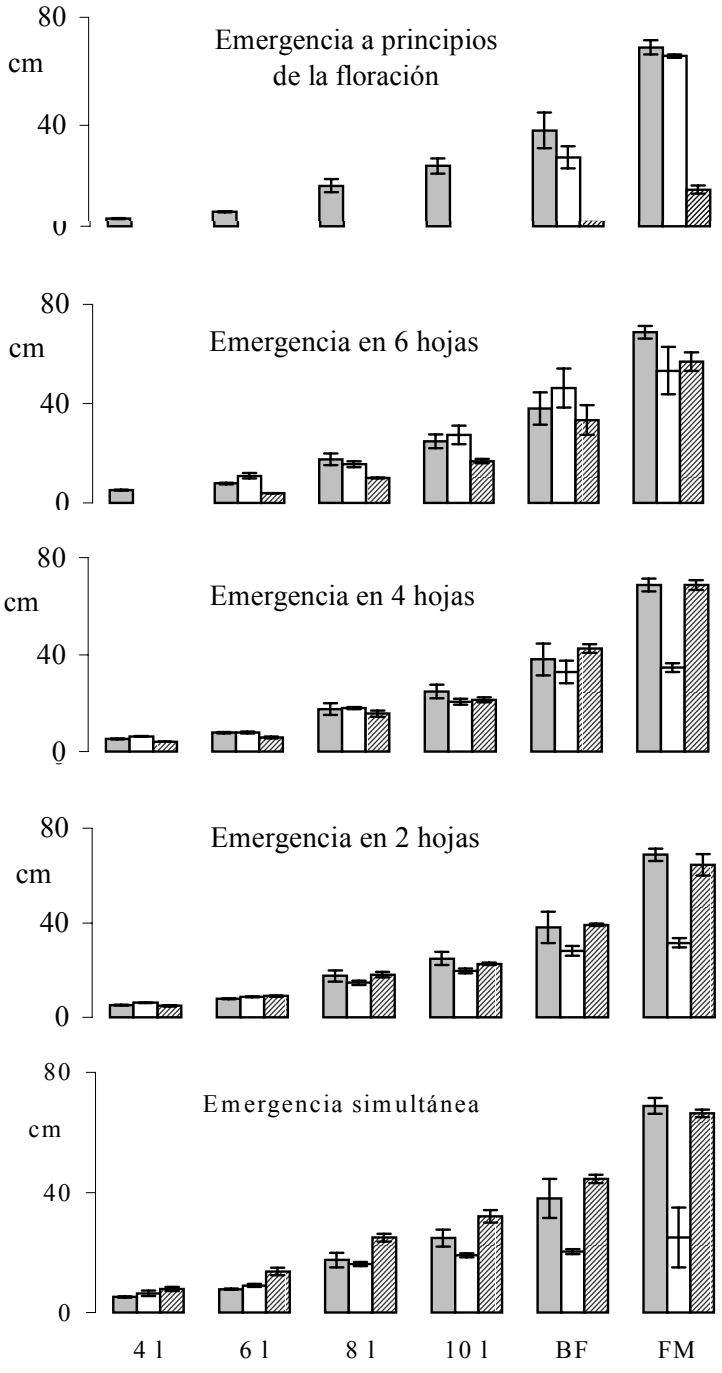


Figura 1.Altura de la planta de pimiento creciendo sóla ó con *D. stramonium* y de *D. stramonium* en los estados de crecimiento de 4l, 6l, 8l y 10l (4, 6, 8 y 10 hojas respectivamente) y BF(comienzo de floración) y FM (maduración final de frutos)

TIPIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE LOS MÁRGENES DE LOS CULTIVOS Y VALORACIÓN DE SU INFLUENCIA EN LA COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE ARTRÓPODOS DE LA SUPERFICIE DEL SUELO.

R. Llurba i Huguet
Avgda. A. Ros, 44, 3er. - 25310 Agramunt
ETSEA. Universitat de Lleida. rosa@grupoconsist.com

Resumen: En el presente trabajo se aborda el estudio de los márgenes de los sistemas cultivados, desde el punto de vista de su funcionalidad en el agroecosistema. Se parte de una tipificación de la vegetación, considerándose qué formaciones vegetales presentan ventajas respecto a la dinámica de malas hierbas y, a continuación, se someten a estudio las comunidades de artrópodos de los márgenes, en función de la vegetación, analizando aspectos de interés desde el punto de vista agrícola: poblaciones de entomófagos, fitófagos y diversidad de artrópodos.
Palabras clave: Margen, artrópodos entomófagos, fitófagos, diversidad, fitosociologia de márgenes, comunidades arvenses / ruderales.

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de promover la valoración y correcto manejo de los márgenes, como infraestructuras ecológicas, proveedoras de recursos de interés para los ecosistemas agrícolas actuales y/o del futuro (ALTIERI, 1999), en el presente trabajo, se analiza la relación entre la vegetación y artrópodos que colonizan los márgenes. Para ello, se parte de una tipificación (fitosociológica) y caracterización de la vegetación a través de parámetros ecológicos y se analiza, en función de ésta, la composición y estructura de las comunidades de artrópodos de la superficie del suelo, a través de parámetros ecodescriptivos, dada la importancia de los estudios ecológicos y holísticos (MARSHALL, 2002), y más concretamente del análisis de la diversidad de estos sistemas, por su implicación en la funcionalidad a un nivel agrícola, en especial en lo que se refiere al control biológico de plagas (ALTIERI, 1999, COSTA y GARCÍA, 1997). Se hace hincapié en las poblaciones de artrópodos entomófagos y fitófagos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se centra en una zona cerealista de secano, con un predominio del monocultivo de cebada, situada en el extremo nororiental de la Depresión Central Catalana, encontrándose, fitogeográficamente en los límites del territorio sicórico, entrando ya en el auso-segárrico. De

acuerdo con esta situación, se da un predominio de materiales sedimentarios recientes, dando suelos básicos, a menudo alcalinos y con un pH elevado y un contenido de sales localizado.

La tipificación de la vegetación parte de su descripción fitosociológica (metodología sigmatista Braun-Blanquet) y de la sindinámica a que está sujeta, analizando su ecología y el manejo agrícola como factor perturbador.

Para el análisis de las comunidades de artrópodos, de la superficie del suelo, de los márgenes sometidos a estudio, se utilizaron trampas de gravedad, que se situaron en 22 puntos de muestreo distintos, con 1-3 repeticiones (espaciales) en cada punto, con el objetivo de representar la tipificación vegetal descrita en el primer bloque de trabajo. Las trampas permanecían una semana en el punto de muestreo y se retiraban para su análisis, repitiéndose el muestreo dos semanas consecutivas –coincidiendo con la madurez de la vegetación.

Los artrópodos recolectados fueron clasificados en 52 *taxa* distintos, de distinto rango (según metodología aplicada por LAGERLÖF y WALLIN, 1992). Con los datos recogidos se analizaron los siguientes datos: magnitud de las poblaciones de diferentes grupos de interés agrícola, bien por su carácter entomófago o sus hábitos fitófagos; recuento total de los individuos recogidos (corrigiendo las superpoblaciones para valorar la relación entre la *frondosidad* vegetal y la biomasa de artrópodos); número de grupos representados y diversidad de los artrópodos, coleópteros y entomófagos recolectados (índice Shannon-Wiener) y abundancia conjunta de entomófagos.

RESULTADOS

1. En los márgenes *exteriores*, actuando como interfase entre el propio margen y el camino, aparecen comunidades ruderales viarias mediterráneas asociadas a *Carduo-Hordeetum leporini* (**C-Hord**). La mayoría de especies características que componen esta comunidad no ofrecen un carácter invasivo –con las condiciones de manejo actuales- (carácter relacionado con su diferenciación fenológica respecto al cultivo) a excepción de *Anacyclus clavatus*. Las formaciones viarias pueden ir acompañadas de un estrato superior, arbustivo y/o arbóreo de especies provenientes de la vegetación natural y/o introducidas por el hombre (**VP**). La diversidad vegetal de estas formaciones depende de su estado de degradación y de la presencia de especies acompañantes propias de las clases *Quercetea ilicis* o *Thero-Brachypodietea*. Los puntos de muestreo situados en estas formaciones (**C-Hord** y **VP)** muestran valores elevados o máximos de la diversidad de artrópodos y coleópteros, así como valores elevados de su diversidad vegetal. Por otro lado, los márgenes viarios acompañados de vegetación perenne (**VP**), o puntos de muestreo adyacentes a formaciones perennes (**Br.VPP** y **ME 2**, ver apartados 4 y 6), presentan valores máximos de diversidad de entomófagos e índice de abundancia de entomófagos. Las poblaciones de elatéridos son bajas en ambos tipos de vegetación.

2. Los márgenes *interiores* (separación entre dos franjas cultivadas), o las zonas *internas* de márgenes *exteriores*, es decir, en zonas en contacto con el sistema cultivado, propiamente dicho, son colonizadas por asociaciones derivadas de *Roemerio-Hypecoetum penduli*, de carácter arvense. Las especies características de esta comunidad se encuentran en clara recesión (MASALLES, 1988), siguiendo una tendencia similar a la de las comunidades arvenses del resto de Europa (KLEIJN, 1997; WILSON, 1999) y ofrecen una fenología muy sincronizada con la especie cultivada. Presentan una diversidad vegetal intermedia, pudiendo variar ésta, en función de la degradación de la comunidad. En los puntos de muestreo analizados (**R-Hyp**), los índices de diversidad vegetal, de artrópodos y de entomófagos son

medios o bajos. Sólo algunos entomófagos presentan poblaciones máximas (coccinélidos), aunque tampoco aparecen picos de fitófagos.

3. La nitrificación y salinización del medio, así como la presión del pastoreo, conducen a la transformación de las comunidades arvenses y ruderales descritas, en comunidades ruderales con una cierta nitrohalofilia, como *Salsolo-Artemisietum herba-albae* (CONESA y RECASENS, 1986). Esta comunidad está muy extendida en los márgenes de la zona estudiada, tanto *exteriores* como *interiores*. Si bien puede aparecer ocupando amplias zonas, acompañada de numerosas especies de *Thero-Brachypodietea*, en los márgenes puede alcanzar una simplicidad extrema, sobretodo en los *interiores*: *Salsola vermiculata* tiende a ocupar la totalidad del suelo, dando formaciones casi monoespecíficas (con valores bajos de su diversidad vegetal), impidiendo su colonización por terófitos. Esta comunidad ofrece valores intermedios o bajos de los índices analizados.

4. Las formaciones descritas pueden sufrir procesos de degradación (asociados al manejo agrícola), con una pérdida de especies características y una substitución de éstas por especies adaptadas a las prácticas agrícolas actuales: principalmente *Bromus diandrus, Avena sterilis* subsp. *ludoviciana, Papaver rhoeas* y *Lolium rigidum.* Dichas degradaciones están caracterizadas por poseer una baja diversidad vegetal, una elevada sincronización fenológica y fisiológica con la especie cultivada, con una elevada proporción de gramíneas, aunque también pueden presentar una biomasa elevada y verse acompañadas de fanerófitos y nanofanerófitos, que resisten las prácticas utilizadas (**Br.VPP**, obteniéndose, en este caso, resultados análogos a los del grupo 1). Los puntos de muestreo en formaciones colonizadas por *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana* (**Av**), muestran valores claramente inferiores a la media de los índices analizados (diversidad de artrópodos y de entomófagos). Por otro lado, aparecen puntualmente, máximos poblacionales asociados a elatéridos.

Tabla 1: Valores de los principales índices analizados de las comunidades de artrópodos.

	NT	DAcm	DCm	DEm	IAE	car	est	arn	cocc	NRL	elat
VP	**6**	3,55	2,42	1,95	266,54	15,28	30,00	34,70	1,98	18,89	1,30
VP.FE	**4**	3,66	2,71	2,20	280,92	7,50	35,00	41,92	2,08	20,00	2,54
C-Hord	**3**	3,11	2,51	1,44	132,04	11,67	15,56	24,62	2,78	0,00	1,56
R-Hyp	**3**	2,92	1,63	1,33	116,50	1,67	6,67	16,92	34,13	26,67	4,69
S-Art	**4**	2,99	2,10	1,50	143,52	12,50	28,33	35,77	2,08	5,00	3,13
Av	**3**	2,55	1,71	0,85	100,00	13,33	13,33	40,00	33,33	0,00	37,50
LCNT 1	**2**	3,21	2,58	1,34	111,05	5,00	13,33	24,62	2,98	10,00	4,69
LCNT 2	**1**	2,69	1,50	1,38	143,49	0,00	13,33	44,62	19,05	20,00	0,00
ME 1	**7**	2,56	1,46	1,49	159,97	1,43	27,62	38,46	21,43	0,00	0,56
ME 2	**3**	3,20	2,49	1,93	295,80	6,67	46,67	56,92	24,60	0,00	18,75
Br.VPP	**1**	3,26	2,28	2,46	390,64	100,00	75,56	40,00	3,17	0,00	44,30
CULT	**1**	1,96	0,75	0,77	135,06	0,00	13,33	33,85	0,00	0,00	3,13
P (Ho) Kr-W.		0,0005	-	0,0246	0,1577	0,0619	0,5686	0,0457	0,0026	0,0009	0,029

Leyenda: **NT**: número de trampas. **DAcm, DCm y DEm**: medias de diversidad de artrópodos corregida, coleópteros y entomófagos; **IAE**: índice de abundancia de entomófagos; las abreviaciones que siguen hacen referencia a las capturas de los siguientes grupos de artrópodos: **car**,carábidos; **est**, estafilínidos; **arn**, araneidos, **cocc**, coccinélidos, **NRL**, suma de nábidos, redúvidos y ligaeidos; y **elat**, elatéridos. Tipos de márgenes: **VP**: con vegetación perenne; **VP.FE**: *franjas estériles* con vegetación perenne; **C-Hord**: formaciones viarias; **R-Hyp**: márgenes interiores con formaciones asociadas a comunidades arvenses; **S-Art**: sisallares; **Av**: márgenes dominados por gramíneas (*Avena* sp.); **LCNT 1, 2**: límite del cultivo no tratado en dos márgenes distintos 1 (sin margen adyacente bien formado) y 2 (con margen adyacente); **ME 1, 2**: márgenes estériles 1, 2 (con vegetación perenne en sus proximidades); **Br.VPP**: formaciones dominadas por *Bromus* sp., con vegetación perenne en sus proximidades; **CULT**, trampa muestra que actua como testimonio en el interior del cultivo. **P(Ho)**: probabilidad de la hipótesis nula, según estadístico no paramétrico (Kruskal-Wallis).

5. La tendencia actual del manejo de márgenes, persigue su total eliminación, siendo el objetivo de numerosos productores la obtención de zonas desprovistas de vegetación o márgenes *estériles*. Estos márgenes *estériles* (**ME1**), ofrecen valores inferiores a la media de diversidad de artrópodos y coleópteros, pero se obtienen valores intermedios de diversidad de entomófagos (al menos, no mínimos). Por otro lado, en algunos márgenes *estériles* (**ME 2**), aparecen resultados relacionados con los obtenidos en las formaciones dotadas de especies perennes, situadas en sus proximidades, análogos a los presentados en el primer punto (**VP**). Estos resultados pueden asociarse, hipotéticamente, al desplazamiento de artrópodos desde puntos ecológicamente más complejos al resto de tipos de vegetación.

6. La zona que pone en contacto el margen y el propio cultivo (límite externo del cultivo), ofrece dos posibilidades, en función del manejo y la profundidad del suelo: a) la supresión de tratamientos herbicidas en esta zona, supone la aparición de una franja de vegetación, asociada a *Roemerio Hypecoetum*, de características ecotónicas o *límite del cultivo no tratado* (**LCNT**), y b) el uso de herbicidas, sumado a las condiciones abióticas, pueden ocasionar la aparición de una franja desprovista de vegetación, entre el cultivo y la vegetación del margen (alrededor de 0,4 m). Aunque el primer caso (*límite del cultivo no tratado*: **LCNT**) aporta una complejidad claramente superior, en el caso de que esta zona no esté acompañada de un margen bien constituido, los resultados de diversidad de artrópodos y coleópteros son bajos (**LCNT 2**), aunque los resultados de diversidad de entomófagos se muestran independientes de los ofrecidos por el margen adyacente, pudiendo ser incluso superiores a ellos. Por otro lado, las *franjas estériles* (b) acompañadas de márgenes viarios complejos, dotados de vegetación perenne (**VP.FE**), ofrecen resultados asociados con esta vegetación adyacente, equiparables a los presentados en el punto 1. Por lo tanto, en ambos tipos aparecen unos resultados relacionados con la complejidad del margen adyacente.

CONCLUSIONES

A la luz de los resultados expuestos, parece interesante la conservación de la vegetación perenne presente en los márgenes y en las zonas con vegetación natural (no cultivadas), como espacios naturales integrados en los sistemas agrícolas. Las formaciones viarias (*Carduo-Hordeetum leporini*) presentan un interés como proveedoras de una cierta complejidad ecológica, dada su elevada diversidad vegetal y de artrópodos. Las formaciones derivadas de *Roemerio-Hypecoetum penduli*, en márgenes *interiores* y *límite del cultivo no tratado*, pueden albergar especies relacionadas ecológicamente con el cultivo (coccinélidos), pero no ofrecen una elevada complejidad ecológica, aunque puede ser que tengan un papel importante en la dinámica de artrópodos del sistema margen-cultivo, no descrito en el presente estudio. Estas formaciones tienen un especial interés en las zonas destinadas a la conservación de los ecosistemas de secano. El uso de *franjas estériles*, elimina la única zona donde las comunidades arvenses pueden perpetuarse pero, dados los resultados expuestos, puede estudiarse su aplicación como medio de separación entre el margen y el cultivo. Tanto a nivel de dinámica de malas hierbas, como por su capacidad hipotética de albergar especies de artrópodos fitófagos, debe evitarse la degradación de las formaciones de los márgenes que implica la dominancia de gramíneas invasivas. Para ello, conviene evitar utilizar las mismas estrategias de manejo de las especies que colonizan la zona cultivada, para el manejo de la vegetación de márgenes, evitando la sincronización fenológica y fisiológica de las especies de ambas comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment. 74: 19-31.

CONESA, J.A; RECASENS, J. (1986). El paisatge vegetal del Segrià. ETSEA. UPC.

COSTA, J.; GARCÍA, F. (1997) La importancia de las hierbas espontáneas en el control biológico de plagas. Phytoma España, 94: 8-10.

KLEIJN,D. (1997) Species richness and weed abundance in the vegetation of arable field boundaries. PhD thesis. Landbouwuniversiteit Wageningen. 177 pp.

LAGERLÖF, J. ; WALLIN, H. (1992) The abundance of arthropods along two field margins with different types of vegetation composition: an experimental study. Agriculture, Ecosystems and Environment, 43: 2; 141-154.

MARSHALL, E.J.P.; BROWN, V.K.; BOATMAN, N.D.; LUTMAN, P.J.W.; SQUIRE, G.R.; WARD, L.K. (2002) The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed research, 43: 77-89.

MASALLES, R. (1988) Consideracions sobre l'estudi i classificació de les comunitats arvenses. (VI Jornades de Fitosociologia: vegetació nitròfila). Acta Botanica Barcinonensia, 37: 281-288.

Summary: Boundary vegetation classification and assessment of its influence on soil surface arthropod communities. In this study, margin systems are studied, in relationship to their role in the agroecosystem. Vegetation is studied (syntaxonomically and through ecological parameters), in order to obtain a tipification, considering, as well, which communities offer advantages in relation to their weed dynamics. Then, the margin arthropod communities are studied, acording to vegetation types, through ecological parameters (diversity) and punctual predators and phytofagous populations.

Key words: Margin, boundary, predators/ phytofagous arthropods, diversity, phytosociology, agrestial weed communities, ruderal (track) communities.

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN Y DE LA FERTILIDAD DEL SUELO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE *Anacyclus radiatus* Y *Chrysanthemum coronarium* (*COMPOSITAE*)

F. Bastida[1], J. Menéndez[2]
[1] Departamento de Ciencias Agroforestales, Universidad de Huelva. bastida@uhu.es
[2] Departamento de Ciencias Agroforestales, Universidad de Huelva. jmenend@uhu.es

Resumen: se estudió el efecto de la densidad y de la fertilidad del suelo sobre el crecimiento y la capacidad reproductiva de *Anacyclus radiatus* Loisel. y *Chrysanthemum coronarium* L. A alta densidad la biomasa aérea de las plantas de *A. radiatus* y *C. coronarium* fue 12 y 3 veces menor, respectivamente, que a baja densidad. Una reducción comparable se observó en la biomasa reproductiva y en el número de capítulos, denotando una menor capacidad de *A. radiatus* para tolerar altas densidades de población. La fertilización nitrogenada conllevó un incremento de biomasa de hasta 1,9 veces en *A. radiatus* y 2,5 veces en *C. coronarium*, pero no influyó en el número de capítulos por planta. El esfuerzo reproductivo de las plantas se mantuvo constante en ambas especies. Los resultados muestran una notable plasticidad en el crecimiento de las plantas de *A. radiatus* y *C. coronarium* en respuesta a la variación de la densidad y la fertilidad del suelo.
Palabras clave: biología de malas hierbas, competencia, esfuerzo reproductivo, malas hierbas anuales de invierno, plasticidad fenotípica.

INTRODUCCIÓN

En las malas hierbas la plasticidad fenotípica es un importante factor de adaptación que posibilita la producción de semillas en un amplio rango de condiciones ambientales. La plasticidad puede tener importantes implicaciones en el control de malas hierbas. Las prácticas de control determinan una drástica reducción de la densidad de malas hierbas. Sin embargo, la mayor producción de biomasa vegetativa y reproductiva de los individuos que escapan al control puede limitar el éxito de la medida. Asimismo, la definición de umbrales de control de una mala hierba está condicionada por la plasticidad de su respuesta de crecimiento a la densidad (DEKKER, 1997).

El objetivo del presente trabajo es evaluar la influencia de la densidad y de la fertilidad del suelo en el crecimiento individual y la capacidad reproductiva de dos Compuestas ruderales anuales de invierno, *Anacyclus radiatus* Loisel. y *Chrysanthemum coronarium* L., cuyas poblaciones frecuentemente coexisten en el Suroeste de España.

MATERIAL Y MÉTODOS

En julio de 2001 se recolectaron aquenios maduros en una población de *A. radiatus* y en una población de *C. coronarium*, ambas localizadas en el T.M. de Huelva. Para evaluar el efecto de la densidad y de la fertilidad del suelo sobre la biomasa vegetativa y reproductiva, en octubre de 2001 se inició un ensayo de acuerdo con un diseño factorial con tres repeticiones. El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental "J. R. Harlan" de la Universidad de Huelva. Se establecieron parcelas elementales de 1 x 0,75 m en las que se dispusieron tres líneas de siembra de 1 m separadas 35 cm. La densidad se evaluó en términos de distancia entre plantas en las líneas, estableciéndose tres niveles: 50, 10 y 5 cm. Para el factor fertilidad del suelo se consideraron tres niveles de abonado nitrogenado (nitrato amónico 34,5%): sin adición o aportación en tres momentos (dos días antes de la siembra, mediados de febrero y finales de marzo) de 20 o 90 $Kg.ha^{-1}$ de N. Se sembraron 3-4 aquenios por punto y tras la emergencia se realizó aclarado estableciendo una sola plántula por punto. A lo largo del ensayo se practicaron escardas regulares. En julio, a final de ciclo, se tomaron 2-3 plantas por parcela, determinándose el peso seco de la parte vegetativa aérea y el de los capítulos. Asimismo, se contó el número de capítulos por planta. En ese momento algunas plantas de *C. coronarium* presentaron una pequeña proporción de capítulos en dispersión.

El tratamiento estadístico de los datos consistió en análisis de varianza mediante los que se evaluó el efecto de la densidad y de la fertilidad del suelo sobre la biomasa individual, sobre el esfuerzo reproductivo (cociente entre biomasa reproductiva y vegetativa) y sobre el número de capítulos. Los datos de biomasa fueron previamente sometidos a transformación logarítmica y los valores de esfuerzo reproductivo fueron transformados angularmente. La separación de medias se realizó mediante el test de Duncan para $p = 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aumento de la densidad conllevó una disminución progresiva y significativa de la biomasa aérea total, vegetativa y reproductiva de las plantas en las dos especies (Tablas 1 y 2), más acusada en *A. radiatus* (interacción *especie x densidad* significativa). A densidad alta las plantas de *A. radiatus* y *C. coronarium* registraron un peso seco total que fue 12 y 3 veces menor que a baja densidad, respectivamente, lo cual denota una peor respuesta de *A. radiatus* a la densidad. Por otro lado, el abonado determinó siempre un incremento significativo de biomasa, sin observarse diferencias estadísticas entre las dos dosis de abonado (Tablas 1 y 2). A dosis alta de abonado el peso seco total de las plantas de *A. radiatus* y *C. coronarium* fue 1,9 y 2,5 veces mayor que en ausencia de abonado, respectivamente.

Por el contrario, el esfuerzo reproductivo no difirió estadísticamente entre densidades ni entre niveles de abonado (Tabla 1), manteniéndose en ambas especies en torno a 0,5 (Tabla 2). Este resultado sugiere que en las dos especies el esfuerzo reproductivo es independiente del tamaño de la planta, al menos dentro del rango de biomasa encontrado en este trabajo. De acuerdo con KLINKHAMER *et al*. (1990), un método adecuado para contrastar esta independencia consiste en testar la hipótesis nula de que la pendiente b de la recta de regresión $logY = a + b\ logX$ (Y, biomasa reproductiva; X, biomasa vegetativa) es igual a 1, es decir, que existe proporcionalidad entre esfuerzo reproductivo y tamaño de planta. En el caso estudiado puede admitirse esta hipótesis tanto en *A. radiatus* (modelo $R^2_{aj.} = 0,91$, $b = 1,089$, intervalo conf. 95%: 0,951-1,228) como en *C. coronarium* (modelo $R^2_{aj.} = 0,92$, $b = 1,060$, intervalo conf. 95%: 0,934-1,186). La proporcionalidad entre esfuerzo reproductivo y biomasa ha sido puesta de manifiesto en otras malas hierbas (p.e. BAUMANN *et al*., 2001).

Tabla 1. Valor *F* y significación estadística de los análisis de varianza.

Fuente	valor *F*				
	Peso seco total	Peso seco parte vegetativa	Peso seco parte reproductiva	Esfuerzo reproductivo	Número de capítulos
Anacyclus radiatus					
Densidad (D)	64,39 ***	68,14 ***	49,66 ***	2,35 NS	49,20 ***
Fertilidad suelo (F)	8,96 **	10,18 **	6,35 **	3,10 NS	0,52 NS
D x F	2,32 NS	2,64 NS	1,95 NS	1,40 NS	0,97 NS
Chrysanthemum coronarium					
Densidad (D)	11,15 **	10,78 **	10,80 **	2,35 NS	5,16 *
Fertilidad suelo (F)	4,99 *	5,40 *	4,06 *	3,10 NS	3,03 NS
D x F	1,86 NS	2,17 NS	1,42 NS	1,40 NS	0,93 NS
En conjunto					
Especie (E)	33,57 ***	37,76 ***	20,02 ***	0,01 NS	5,59 *
Densidad (D)	64,16 ***	66,04 ***	53,78 ***	0,08 NS	34,00 ***
Fertilidad suelo (F)	13,84 ***	15,18 ***	10,05 ***	0,28 NS	3,01 NS
E x D	17,65 ***	18,22 ***	15,22 ***	0,19 NS	4,38 *
E x F	0,58 NS	0,85 NS	0,86 NS	1,94 NS	1,45 NS
D x F	0,10 NS	0,12 NS	0,15 NS	0,41 NS	0,72 NS
E x D x F	4,12 **	4,73 **	3,33 *	2,57 NS	1,16 NS

***: $p < 0,001$; **: $0,001 < p < 0,01$; *: $0,01 < p \leq 0,05$; NS: $p > 0,05$

Tabla 2. Valores medios (± e.e.) de biomasa de la parte aérea, esfuerzo reproductivo y número de capítulos en las plantas de *A. radiatus* y *C. coronarium*, bajo diferentes condiciones de densidad y fertilidad del suelo. En cada caso, los valores medios acompañados de una misma letra no son significativamente diferentes. $N = 9$.

	Peso seco (g) total	Peso seco (g) parte vegetativa	Peso seco (g) parte reproductiva	Esfuerzo reproductivo	Número de capítulos
Densidad		*Anacyclus radiatus*			
Baja	252,8 **a** ± 51,0	168,4 **a** ± 31,7	84,4 **a** ± 20,3	0,50 **a** ± 0,05	343,9 **a** ± 66,6
Media	128,7 **b** ± 27,4	80,5 **b** ± 15,7	48,2 **b** ± 12,5	0,56 **a** ± 0,06	104,4 **b** ± 16,9
Alta	20,6 **c** ± 2,8	14,8 **c** ± 2,1	5,9 **c** ± 1,0	0,42 **a** ± 0,07	19,8 **c** ± 2,6
Fertilidad del suelo					
Baja	87,5 **a** ± 34,2	61,8 **a** ± 25,3	25,7 **a** ± 8,7	0,51 **a** ± 0,05	154,3 **a** ± 63,7
Media	148,9 **b** ± 51,8	98,4 **b** ± 31,5	50,5 **ab** ± 20,7	0,43 **a** ± 0,06	168,4 **a** ± 63,6
Alta	165,7 **b** ± 49,5	103,5 **b** ± 30,8	62,3 **b** ± 19,1	0,57 **a** ± 0,05	153,3 **a** ± 61,5
Densidad		*Chrysanthemum coronarium*			
Baja	73,6 **a** ± 13,8	48,2 **a** ± 8,2	25,4 **a** ± 5,0	0,54 **a** ± 0,03	118,9 **a** ± 23,7
Media	34,1 **b** ± 5,4	22,8 **b** ± 3,4	11,3 **b** ± 2,0	0,49 **a** ± 0,02	61,0 **ab** ± 13,9
Alta	27,1 **b** ± 3,5	18,4 **b** ± 2,3	8,7 **b** ± 1,4	0,47 **a** ± 0,04	36,6 **b** ± 8,5
Fertilidad del suelo					
Baja	28,0 **a** ± 4,2	18,7 **a** ± 2,7	9,3 **a** ± 1,5	0,49 **a** ± 0,03	38,6 **a** ± 9,3
Media	48,4 **b** ± 11,9	31,6 **ab** ± 7,4	16,8 **b** ± 4,7	0,52 **a** ± 0,03	73,3 **a** ± 17,1
Alta	58,3 **b** ± 13,1	39,0 **b** ± 8,4	19,3 **b** ± 4,7	0,47 **a** ± 0,02	104,6 **a** ± 25,0

En las plantas de ambas especies el número de capítulos disminuyó significativamente con la densidad (Tablas 1 y 2), probablemente por la influencia de la densidad en la arquitectura de las plantas. Un aumento de densidad supone mayor competencia por la luz. Bajo estas condiciones las plantas tienden a ramificar menos (HUTCHINGS, 1997), tal como hemos constatado en las dos especies estudiadas (datos no publicados) y, por tanto, organizan menos capítulos. A diferencia de la densidad, la fertilización no influyó significativamente en el número de capítulos por planta (Tablas 1 y 2). El aumento con la fertilización del peso seco de los capítulos, manteniéndose sin embargo la producción de capítulos por planta, sugiere que una mayor fertilidad del suelo permite un incremento del número de aquenios por capítulo y/o del peso de los aquenios. La disponibilidad de nitrógeno, por tanto, condicionaría la biomasa pero no la arquitectura de las plantas de *A. radiatus* y *C. coronarium.*

CONCLUSIONES

1. Las plantas de *A. radiatus* y *C. coronarium* manifiestan una notable plasticidad en el crecimiento y la capacidad reproductiva en respuesta a la densidad y la fertilidad del suelo. El aumento de la densidad conlleva una mayor merma relativa de biomasa individual y capacidad reproductiva en *A. radiatus* que en *C. coronarium*.
2. La densidad condiciona tanto la biomasa vegetativa y reproductiva como el número de capítulos de las plantas en las dos especies, a través de su influencia en el tamaño y la arquitectura (ramificación) de las plantas.
3. La fertilización nitrogenada condiciona la biomasa pero no el número de capítulos de las plantas, ya que modifica el tamaño de las plantas sin alterar su arquitectura.
4. El esfuerzo reproductivo se mantiene constante (independiente de la biomasa de la planta) en los individuos de las dos especies, al menos dentro del rango de biomasa encontrado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Ruth Lagares y Mª José Maestre su colaboración en los trabajos de campo. Este trabajo se enmarca en un proyecto de investigación (C01-006) del Grupo de Investigación "Manejo Integrado de Recursos Agrícolas y Naturales", financiado por la Junta de Andalucía.

BIBLIOGRAFÍA

BAUMANN, D.T.; BASTIAANS, L.; KROPFF, M.J. (2001). Effects of intercropping on growth and reproductive capacity of late-emerging *Senecio vulgaris* L., with special reference to competition for light. Annals of Botany, 87, 209-217.

DEKKER, J. (1997). Weed diversity and weed management. Weed Science, 45, 357-363.

HUTCHINGS, M.J. (1997). The structure of plant populations. En: Plant ecology. Crawley, M.J. (ed.). Blackwell Science. Oxford, 325-358.

KLINKHAMER, P.G.L.; JONG, T. DE; MEELIS, D. (1990). How to test for proporcionality in the reproductive effort of plants. The American Naturalist, 135, 291-300.

Summary: Influence of plant density and soil fertility on growth and repreductive capacity of *Anacyclus radiatus* and *Chrysanthemum coronarium* (Compositae). We studied the effects of plant density and soil fertility on growth and reproductive capacity of *Anacyclus radiatus* Loisel. and *Chrysanthemum coronarium* L. At high density, the above-ground biomass of *A. radiatus* and *C. coronarium* plants was reduced 12 and 3-fold, respectively, compared with low density. A similar reduction was found in both the reproductive biomass and the number of capitula, indicating a lower performance of *A. radiatus* under high population densities. Nitrogen addition increased the biomass of *A. radiatus* and *C. coronarium* plants up to 1.9 and 2.5-fold, respectively; however, the number of capitula was unaffected. The plants of both weed species showed a constant reproductive effort. The ability of *A. radiatus* and *C. coronarium* to adjust their growth and reproductive capacity in response to changes in plant density and soil fertility shows their high phenotypic plasticity.
Key words: competition, phenotypic plasticity, reproductive effort, weed biology, winter annuals.

FLORA ADVENTICIA ASOCIADA A UN CULTIVO DE *Achillea millefolium* EN GALICIA: INFLUENCIA DE DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN.

R. Romero, M.J. Saínz Osés, M.P. González-Hernánez, A. Rigueiro, Mª.E. López-Mosquera
Dpto. Producción Vegetal. E.P.S. Lugo. Universidad de Santiago de Compostela.
Campus de Lugo. 27002 Lugo

Resumen: En Galicia se ha realizado un ensayo de cultivo de milenrama (*Achillea millefolium*) utilizando dos tipos de abonado (orgánico y mineral) y se ha estudiado la repercusión del tipo de fertilización sobre la aparición de malas hierbas. Se ha comprobado que el abonado incrementa significativamente la diversidad, cobertura y frecuencia de la flora adventicia cuando se compara con parcelas sin fertilizar.
Palabras clave: Planta medicinal, abonado orgánico, abonado inorgánico

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha producido un renovado interés por muchas plantas medicinales, entre ellas la milenrama o milhojas (*Achillea millefolium* L). Se trata de una planta perenne perteneciente a la familia *Asteraceae*, autóctona de Europa y Asia y naturalizada en América del norte. En Galicia está presente en todo el territorio, desde el nivel del mar hasta cotas de 1500 m de altitud. Toda la planta contiene diversos principios activos responsables de distintas acciones terapéuticas, por lo que se utiliza como remedio en fitomedicina desde tiempos remotos. Sólo de aceite esencial de milenrama se demandan anualmente en el mundo unas 800 toneladas, con un valor estimado de unos 88 millones de dólares americanos (SMALL y CATLING, 1999). Las necesidades impuestas por el mercado han hecho que se promueva su cultivo en distintas zonas del mundo.

Aunque muy escasa, la bibliografía existente en la actualidad sobre el cultivo de milenrama y otras plantas medicinales evidencia que uno de los problemas más importantes es el control de las malas hierbas (NICOLA *et al.,* 2002), puesto que no sólo influyen en las producciones sino que también dificultan su recolección y los tratamientos postcosecha.

En este trabajo se analiza la influencia de dos tipos de abonado (orgánico y mineral) sobre la aparición de malas hierbas durante el primer año de cultivo de milenrama en Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un ensayo de campo en una explotación dedicada al cultivo de plantas medicinales el término municipal de Palas de Rey (Lugo). Se establecieron doce parcelas de

10 m^2 cada una, separadas por pasillos de 1,5 m, en las que se aplicaron tres tratamientos de fertilización en un diseño al azar (cuatro réplicas por tratamiento): control, mineral y orgánico. En las parcelas control no se realizó ningún abonado. El tratamiento mineral consistió en la aplicación de 667 kg / ha del abono 15:15:15 y el tratamiento orgánico en la incorporación de 4000 kg / ha de un abono de reciente introducción en el mercado a base de estiércol de pollo granulado y deshidratado (BIOF 1) que contenía 4% de N, 2,23% de K y 2,56% de P. La plantación se realizó en septiembre de 2001 con plántulas silvestres de *Achillea millefolium* L. recogidas en la zona. Se dejó una separación entre líneas de 50 cm y entre pies de 30 cm, es decir, se plantaron 65.000 plantas / ha.

Durante el desarrollo del cultivo, se realizaron tres escardas manuales (en febrero, marzo y abril de 2002) para reducir el efecto de la importante infestación de plantas adventicias. A mediados de junio del año 2002 se procedió a la recolección de la parte aérea del la aquilea y se realizó el estudio de las malas hierbas asociadas al cultivo.

En ese estudio se hizo un inventario de las especies botánicas presentes en las parcelas de los distintos tratamientos siguiendo el método descrito por MAILLET (1981). Para las especies estoloníferas y rizomatosas, cada fragmento compuesto de raíz, tallo y hojas se contabilizó como un individuo. En cada parcela se determinaron los siguientes parámetros: Cobertura total de adventicias (%), índice de abundancia de Barralis (1976), frecuencia relativa (%), tipo biológico (RAUNKAIER, 1905) y estimación de biomasa de las malas hierbas (peso fresco y seco) en subparcelas de 0,25 m^2 establecidas al azar en cada una de las réplicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una mayor diversidad específica en las parcelas abonadas, en comparación con las parcelas control (Tabla 1). Se encontraron 46 especies, incluidos en 16 familias botánicas, en las tratadas con abono mineral y 38 especies correspondientes a 15 familias, en las fertilizadas con abono orgánico, frente a las 22 y 12 familias muestreadas en las parcelas control. En las parcelas que recibieron abono orgánico o mineral, cuatro familias (*Poaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae* y *Caryophilaceae)* incluyen más de la mitad de los taxones identificados. En las parcelas control, reducen su importancia las cariofiláceas, siendo la cuarta familia más representada *Polygonaceae*.

Sin embargo, conviene resaltar que el 40% de las plantas catalogadas en las parcelas abonadas presentan índices de abundancia muy bajos y sólo están presentes en una de las réplicas. Asimismo, el abonado incrementó significativamente la cobertura de las especies adventicias, superior al 90% en las parcelas abonadas frente al 10 % en las no abonadas, así como la biomasa (tabla 2).

Estos resultados coinciden con los de otros autores, puesto que la fertilización favorece no sólo el crecimiento de los cultivos sino también el desarrollo de comunidades adventicias (MCKLOSKY *et al*.,1998). Aunque durante el período de cultivo se practicaron tres escardas manuales, éstas no fueron suficientes para reducir de forma significativa la invasión de malas hierbas; parece más bien que este laboreo superficial favoreció la aparición de plantas adventicias en las parcelas abonadas al incrementar el banco de semillas en la parte superior del suelo y encontrar éstas condiciones nutritivas más favorables. Como señala ZHELEZOVA (2001) la diversidad y cantidad de adventicias viene determinada no sólo por el banco de semillas existentes sino por el manejo posterior.

Las plantas anuales fueron dominantes en los tres tratamientos, control, abonado orgánico y mineral, suponiendo el 68% , 60% y 74 % del total de las plantas, respectivamente.

De todos modos, la mayoría de las especies más infestantes, es decir aquellas que presentan mayores abundancias y frecuencias, fueron plantas vivaces.

CONCLUSIONES

El abonado, tanto orgánico como mineral incrementó significativamente la diversidad, cobertura y biomasa de plantas adventicias en el cultivo de *Achillea millefolium* L. en Galicia. Las plantas anuales dominaron la vegetación adventicia durante el cultivo, independientemente de la aplicación o no del abonado y del tipo de fertilización.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación se desarrolló gracias al Proyecto PGIDITO2RFO29104PR financiado por la Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento da Xunta de Galicia. Los autores agradecen a Cristina Vázquez y Susana Dopico la ayuda prestada y a la Cooperativa MILHULLOA S.L. por la cesión de los terrenos.

BIBLIOGRAFÍA

BARRALIS, G. (1976). Méthode d´etude des groupements adventices des cultures annuelles: application a la Côte d´Or. V Coll. Int. sur l´écologie des mauvaises herbes (Dijon) I: 59-68.

MCKLOSKY, M.C.; FIRBANK, L.G.; WATKINSON, A.R.; WEBB, D.J. (1998). Interaction between weeds of winter wheat under different fertilizer, cultivation and weed management treatments. Weed Research, 38, 11-24.

MAILLET, J. (1981). Evolution de la flore adventice dans le Montpellierais sous la pression des techniques culturales. Thèse Doc. Ing. Univ. Sciences et Techniques du Languedoc. Univ. Montpellier.

NICOLA, S.; FONTANA, E.; HOEBERECHTS, J. (2002). Cultural techniques to optimize the thyeme (Thymus vulgaris L.) propagation. Abstracts XXXVIth International Horticultural Congress and Exhibition, 561-562.

RAUNKIAER, C. (1905). Types biologiques pour la géographie botanique. Overs. Kgl. Dnaske Vidensj, Slesk. Fodhall, 5, 347-437.

SMALL, E. and CATTLING, P. M. (1999). Canadian Medicinal Crops. NRC Research Press. Otawa.

ZHELEZOVA, S.V. (2001). Dynamics of weed communities in long-term tillage and cropping systems experiment. Abstracts I Wored Congress on Conservation Agriculture, 463-466.

Abstract: Adventitious flora in *Achillea millefolium* crop in Galicia: influence of two fertilization types

We have studied the effect of both mineral and organic fertilization on *Achillea millefolium* production and their relationship with the amount of weeds in the crop. Fertilization treatment significantly increased the diversity, cover and frequency of weeds compared with no fertilized plots.

Keywords**:** Medicinal plant, organic fertilization, mineral fertilization.

Tabla 1: Inventario florístico de las parcelas

Control

Especies	Ia	Fr	Tb
Holcus mollis	2	100	H
Raphanus raphanistrum	2	100	T
Hypochoeris radicata	1	100	H
Poa annua	1	100	T
Lotus corniculatus	1	100	T
Rumex acetosa	1	75	T
Anthemis arvensis	1	50	T
Trifolium pratense	1	25	H
Sonchus oleraceus	1	25	T
Anagallis arvensis	1	25	T
Hypericum humifisum	1	25	T
Ulex europaeus	1	25	C
Arenaria serpyllifolia	1	25	T
Dactylis glomerata	1	25	H
Aira praecox	1	25	T
Agrostis stolonifera	1	25	H
Veronica persica	1	25	T
Parentucellia viscosa	1	25	T
Polygala vulgaris	1	25	T
Fallopia convolvulus	1	25	T
Plantago lanceolata	1	25	H
Jasione montana	1	25	T

Biof 1

Especies	Ia	Fr	Tb
Holcus mollis	4	100	H
Rumex acetosa	4	100	T
Briza media	3	100	H
Poa annua	3	100	T
Anthemis arvensis	3	75	T
Briza maxima	3	75	H
Parentucellia viscosa	3	75	T
Raphanus raphanistrum	3	50	T
Avena sterillis	2	100	T
Lotus corniculatus	2	100	T
Geranium robertianum	2	100	T
Veronica persica	2	100	T
Hypochoeris radicata	2	75	H
Andryalaga intergrifolia	2	50	H
Calamintha nepeta	2	50	H
Leonthodon taraxacoides	2	50	T
Spergula arvensis	2	50	T
Stellaria media	2	50	T
Trifolium pratense	2	50	H
Anagallis arvensis	2	25	T
Cytisus striatus	2	25	C
Lithodora prostrata	2	25	H
Aphanes arvensis	1	25	T
Cerastium glomeratum	1	50	T
Daboecia cantabrica	1	25	C
Dactylis glomerata	1	25	H
Fallopia convolvulus	1	50	T
Fumaria officinalis	1	25	T
Gladiolus illyricus	1	50	Cr
Hypericum humifusum	1	25	T
Iberis amara	1	25	T
Ornithopus perpusillus	1	25	T
Reseda phyteuma	1	25	T
Rubus sp.	1	25	C
Silene gallica	1	25	T
Ulex europaeus	1	25	C
Vulpia bromoides	1	25	T
Sherardia arvensis	1	25	T

Mineral

Especies	Ia	Fr	Tb
Holcus mollis	4	100	H
Hypochoeris radicata	3	100	H
Poa annua	3	100	T
Rumex acetosa	3	100	H
Anthemis arvensis	3	75	T
Parentucellia viscosa	2	75	T
Anthoxantum odoratum	2	50	T
Cerastium glomeratum	2	50	T
Raphanus raphanistrum	2	50	T
Campanula patula	1	100	T
Lotus corniculatus	1	100	H
Ornithopus perpusillus	1	100	T
Vulpia bromoides	1	75	T
Andryala integrifolia	1	50	T
Arenaria serpillfholia	1	50	T
Briza media	1	50	H
Cytisus striatus	1	50	T
Spergularia arvensis	1	50	T
Stellaria media	1	50	T
Trifolium pratense	1	50	H
Veronica persica	1	50	T
Briza maxima	1	25	H
Conyza canadensis	1	25	T
Dactylis glomerata	1	25	T
Prunella vulgaris	1	25	H
Leontodon taraxacoides	1	25	T
Ulex europaeus	1	25	T
Sonchus oleraceus	1	25	C
Aphanes arvensis	1	25	T
Anagallis arvensis	1	25	T
Silene gallica	1	25	T
Hypericum humifusum	1	25	T
Vulpia bromoides	1	25	T
Senecio vulgaris	1	25	T
Stellaria media	1	25	T
Aira praecox	1	25	T
Agrostis stolonifera	1	25	H
Lupinus spp.	1	25	T
Andryala integrifolia	1	25	T
Vicia spp.	1	25	T
Sanguisorba minor	1	25	T
Sherardia arvensis	1	25	T
Plantago lanceolata	1	25	H
Fumaria officinalis	1	25	T
Rubus sp.	1	25	C
Reseda lutea	1	25	T

Fr: Frecuencia relativa, Ia: Abundancia media; Tb: Tipo biológico (T:Terófito; H: Hemicriptófito; Cr: Criptófito; C: Caméfito)

Tabla 2. Media y desviación típica de la biomasa y cobertura de las malas hierbas en los distintos tratamientos aplicados. Para cada columna, los datos seguidos de distinta letra son significativamente diferentes para $p<0,05$.

Tratamiento	Biomasa (g/m^2)	Cobertura (%)
Control	49,78±15,54 a	10 a
Orgánico	314,02±59,89 b	93 b
Mineral	290,10±63,55 b	90 b

EVOLUCIÓN DE LA FLORA ALÓCTONA DE ALICANTE EN UN INTERVALO TEMPORAL

E. Sobrino-Vesperinas[1], A. Tanarro[1], M. Sanz-Elorza[1], E.D. Dana[2], E. Duque[1], A. González-Moreno[3].

[1]Departamento Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos. E-28040 Madrid. esobrino@pvb.etsia.upm.es.

[2]Departamento de Ecología y Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Almería. E-04120 Almería.

[3]Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y Alimentarias. Cª de La Coruña km.7,5. E-28040 Madrid.

Resumen: Se presenta una síntesis de los cambios ocurridos en la flora alóctona de la provincia de Alicante en el intervalo temporal entre 1972 y 2003, encontrando un aumento importante tanto en el número de familias representadas (de 26 a 52) como en el número de las especies alóctonas introducidas, que pasan de 61 a 177. También se encuentra una modificación en el espectro taxonómico, de tipo cualitativo y/o cuantitativo, siendo *Asteraceae* y *Poaceae* las dos familias más representadas en 2003, diferencialmente a lo que ocurre en 1972. El fuerte incremento de la flora alóctona podría generar la alteración de diferentes ecosistemas, tanto naturales como antropizados. También se encuentran modificadas las vías de introducción y el origen, de forma que en el primer caso pasa a ser la jardinería la vía prioritaria y en el segundo toma una notable importancia el componente neotropical.

Palabras clave: exóticas, espectro taxonómico, vía introducción, jardinería.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se considera que la abrumadora presencia, que en determinadas condiciones ambientales esta alcanzando la introducción de especies exóticas, constituye uno de los peligros concretos que amenaza a la biodiversidad del planeta. Actúa conjuntamente con otros, como la polución global y sus efectos derivados (p.e. cambio climático), el exceso de extracción por parte de los humanos de los recursos de la Biosfera, y el exceso de fragmentación del territorio por causas antrópicas. Además de la implicación del aumento de las comunicaciones, la introducción se ve favorecida por el incremento del número e importancia de las áreas degradadas, que se ven generadas por la alta presión poblacional que el planeta soporta (más de 6.000 millones de habitantes). Este extremo ha sido puesto de

manifiesto en zonas concretas, p.e. dentro de la provincia de Tarragona, donde SOBRINO *et al.* (2001), han mostrado que existe correlación significativa entre el número de especies alóctonas de un territorio y la presión humana que soporta.

De acuerdo con la información que aportan las obras florísticas elaboradas a lo largo del tiempo, el testimonio permanente de los pliegos conservados en los diferentes herbarios, así como la experiencia de los botánicos, que desde diferentes ámbitos han alertado a la sociedad sobre esta nueva problemática, se admite que la introducción de las especies alóctonas se ha incrementado dramáticamente en las últimas décadas. Sin embargo, no resulta fácil encontrar trabajos dedicados a comparar las floras alóctonas en intervalos temporales y al estudio de las características de la flora exótica, de su composición taxonómica, de su origen, de las vías de introducción, o del comportamiento diferencial en los nuevos hábitats. En este trabajo se plantea dar respuesta a las siguientes cuestiones: 1) ¿Ha variado el número de especies alóctonas en el intervalo temporal de los últimos 31 años en la provincia de Alicante? 2) Aquellas especies alóctonas que se introdujeron más tempranamente, ¿mantienen su presencia en la actualidad?. 3) Se han modificado los espectros taxonómico y corológico y/o las rutas de introducción en ese intervalo temporal. 4) ¿Proceden de las mismas áreas de origen?

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utiliza como referente el intervalo temporal de 31 años entre 1972 y 2003. Los datos de alóctonas de la provincia de Alicante se han tomado de la obra clásica de RIGUAL (1972) dedicada a la flora y vegetación de la provincia de Alicante, mientras que para la base de datos de 2003, se ha usado la "Base de Datos del Proyecto de Alóctonas" desarrollado por el "Grupo de Flora Alóctona, Urbana y Cuarentenas", que existe en el seno de la Sociedad Española de Malherbología, de acuerdo con los objetivos marcados en su inicio (SOBRINO *et al*., 1999), complementado por el examen directo de pliegos existentes en el Herbario del Real Jardín Botánico de Madrid, así como por la consulta de las siguientes fuentes bibliográficas: Flora Ibérica (CASTROVIEJO *et al.,*1986-1999), Flora dels Països Catalans (BOLÒS & VIGO, 1984-1996), Flora manual dels Països Catalans (BOLÒS *et al.,* 1993), Med-Checklist (GREUTER *et al*., 1984-89), STÜBING & PERIS (1998) y MULET (1977). También se utilizó la lista preliminar de especies invasoras en diferentes tipo de hábitats, tanto naturales como antropizados (SANZ ELORZA *et al.,* 2001) y la de las alóctonas que forman parte del complejo de malas hierbas en diferentes cultivos (SOBRINO *et al*., 2002).

Se empleó una base de datos con siete campos: Especie, familia, origen, zonas donde se ha naturalizado, nivel de naturalización, fenología y tipo biológico. Sin embargo, en la síntesis que se presenta, solamente se estudia una parte de ellos de manera sistemática, utilizándose los restantes únicamente como referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con RIGUAL (1972), la flora alóctona de la provincia de Alicante posee representación de 26 familias, y el espectro taxonómico revela que tan solo tres familias pertenecen a la subclase *Liliopsida*, siendo en consecuencia dominantes aquellas familias incluidas en *Magnoliopsida*. De esta última subclase, cinco de las familias son estrictamente de origen alóctono y no tienen ningún representante autóctono. Cuando se compara esta situación con la existente en 2003, se encuentra que el número de familias se ha incrementado de forma notable alcanzando la cifra de 53, siendo 29 de ellas de nueva aparición (Figura 1).

De esta forma el número de familias se ve incrementado un 110 % sobre la cifra inicial. Pertenecientes a *Liliopsida* solamente aparecen dos nuevas familias, *Agavaceae* y *Liliaceae*, de muy diferentes ambientes, pero con afinidades taxonómicas claras y sobre todo con una ruta común de introducción, la jardinería. Dentro de *Magnoliopsida*, al menos para 15 familias la vía de introducción esta claramente relacionada con la jardinería, mientras que en 1972 tan solo eran seis.

La mayor parte de las familias introducidas mantuvieron su presencia dentro del intervalo temporal considerado, de forma que tan solo tres de ellas desaparecieron. Es decir, un porcentaje próximo al 10 %, que corresponde a familias con una sola especie alóctona y que se encontraban en niveles iniciales de su introducción (efemerófitos).

Cuando se considera la introducción de alóctonas a nivel específico, la diferencia entre el número de especies exóticas en los dos momentos considerados (1972 y 2003) resulta ser todavía mucho mayor, de forma que de 61 especies introducidas se pasa a 177, lo que supone un incremento del 290 % sobre la cifra de 1972 (Figura 2). Este nivel tan elevado alcanzado actualmente, tiene necesariamente que influir sobre la flora autóctona, a través de fenómenos de competencia interespecíficos, con el consiguiente desplazamiento de especies de la flora autóctona, que pueden asociarse con fenómenos de rarificación o eliminación de una parte de su variabilidad específica. Ello supone la modificación de los ecosistemas en los que se introducen esta cantidad tan elevada de alóctonas, viéndose alteradas las cadenas tróficas y la capacidad de acogida, influyendo así sobre la fauna como consecuencia de los cambios alimentarios y ambientales.

La costa mediterránea constituye actualmente una zona sensible desde el punto de vista de introducción de especies alóctonas; de hecho, el porcentaje más elevado de alóctonas citado en la España peninsular se encuentra en la zona costera del Baix Camp en Tarragona, que alcanzó el 20% (SANZ ELORZA & SOBRINO, 2002), mientras que en la insular en la isla de Fuerteventura la flora alóctona llega al 27,6% (KUNKEL; 1993). Respecto al espectro taxonómico de la flora alóctona, también se observa un cambio relativo en la importancia de las familias a las que pertenecen las especies introducidas (Figuras 1 y 2). De esta manera en 1973 se aprecia un predominio de *Cyperaceae*, *Poaceae* y *Amaranthaceae* seguidas de *Solanaceae, Cruciferae, Asteraceae y Chenopodiaceae*, en el que 8 familias explicaban el 67% de la variabilidad específica. En contrapartida, en 2003 las familias dominantes llegan a ser *Asteraceae* 17 % seguida de *Poaceae* (12 %), por lo que tan solo dos familias constituyen el 29 % de la flora alóctona alicantina. Conjuntamente con estas dos familias destacan también *Fabaceae* (6 %), *Amaranthaceae* (5 %), *Solanaceae* (6 %), *Cyperaceae* (5 %) y un conjunto de cinco familias, con una representación taxonómica marginal, representadas cada una de ellas con un 3 %. De esta forma son necesarias 11 familias para incluir el 6 % de la variabilidad especifica. Se produce por una parte una concentración de la variabilidad en tan solo dos familias, pero por otra el espectro taxonómico de familias dominantes se ve ampliado. Cabe destacar la capacidad de numerosas especies de las familias *Asteraceae* y *Poaceae* para diseminar sus diásporas, como consecuencia de los eficaces mecanismos de dispersión, lo que les permite utilizar diferentes vectores de diseminación.

El origen de las especies alóctonas introducidas también se ha modificado a lo largo del intervalo temporal de forma que mientras en 1972 el origen de la mayor parte era americano (34 %) y asiático (15 %), con una escasa representación del componente neotropical, esta procedencia se ve fuertemente incrementada en 2003 alcanzando una importancia relevante. En ello puede haber influido el hecho de que la vía fundamental de introducción ha pasado a ser la jardinería, seleccionando en muchas ocasiones plantas bien adaptadas a condiciones xéricas, que encuentran condiciones favorables para su naturalización en el clima mediterráneo de Alicante. Por otra parte, el presente cambio climático parece estar modificando la distribución de algunas especies termófilas y la subida de temperaturas

mínimas detectada (IPCC, 1992; SOBRINO *et al*., 2001) podría incidir en una introducción más fácil de especies de origen tropical y subtropical en las costas mediterráneas.

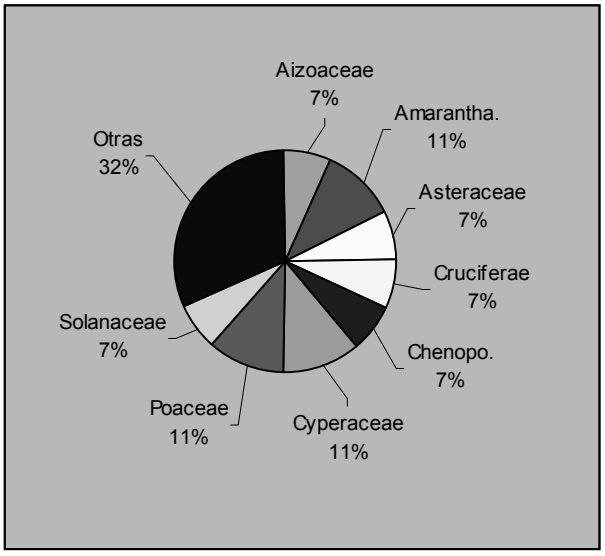


Figura 1. Aportación de las familias botánicas a la flora alóctona de la provincia de Alicante en 1972.

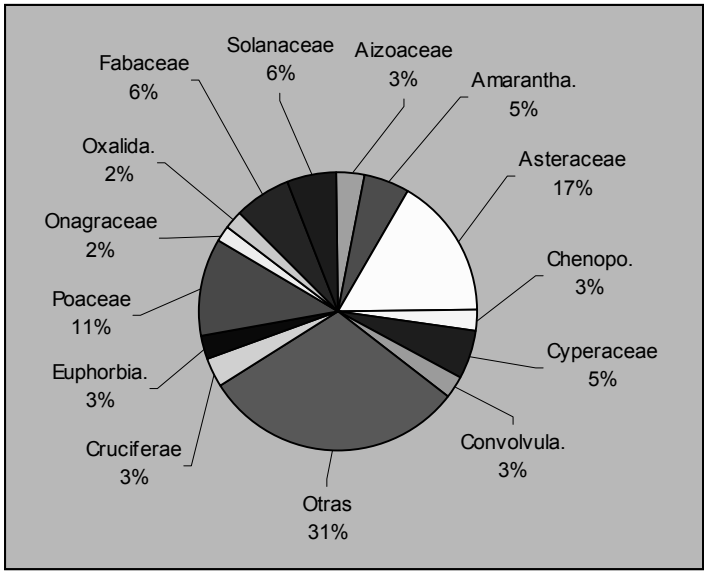


Figura 2. Aportación de las diferentes familias botánicas a la flora alóctona de la provincia de Alicante en 2003.

CONCLUSIONES

1) Se ha producido un incremento, que cabe calificar de espectacular, en el número de especies alóctonas de la provincia de Alicante, en el periodo de 1972 a 2003, lo que confirma la convicción generalizada de que existe un aumento reciente de las especies alóctonas en la

zona de estudio. Esto nos alerta sobre el peligro de modificación de diferentes tipos de ecosistemas, tanto naturales como antropizados.

2) El espectro taxonómico a nivel de familia se ha visto fuertemente modificado en el periodo considerado, pasando a ser las familias más representadas en 2003, *Asteraceae* y *Poaceae*, frente a *Cyperaceae, Amaranthaceae y Poaceae* en 1972.

3) Tanto el origen de las alóctonas como las vías de introducción, se ven modificados. Se incrementa la importancia en 2003 de la flora exótica de origen neotropical, mientras que la vía de introducción de mayor relevancia pasa a ser las plantas escapadas de la jardinería.

4) Se recomienda limitar la introducción masiva de especies alóctonas ornamentales, fomentando el desarrollo de una jardinería basada en la flora autóctona, con objeto de reducir el riesgo de introducción de nuevas especie exóticas.

BIBLIOGRAFÍA

BOLÒS, O. & VIGO, J. (1984-1996). *Flora dels Països Catalans*. Vol. 1-3. Editorial Barcino, Barcelona.

BOLÒS, O., VIGO, J., MASALLES, R.M. & NINOT, J.M. (1993). Flora manual de los Països Catalans. Ed. Pòrtic, 1247 pp. Barcelona.

CASTROVIEJO, S., LAÍNZ, M., LÓPEZ GONZÁLEZ, G., MONTSERRAT, P., MUÑOZ GARMENDIA, F., PAIVA, J., & VILLAR, L. (eds.). (1986-1999). *Flora Ibérica*. Vol. I-IX. Real Jardín Botánico de Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

GREUTER, W., BURDET, M. & LONG, G. (eds.). (1984-1989). *Med-checklist*. Vol. 1, 3, 4. Ed. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. Genève.

IPCC. (1992). Climate Change. WMO/UNEP, Geneve. Cambridge University Press, Cambrige.

KUNKEL, G. (1993). Die Kanarischen Inseln und ihre Pflanzenwelt. 3 Aufl. Stuttgart. 239 pp.

MULET, L. (1977). Flora tóxica de la Comunidad Valenciana. Diputació de Castelló, 630 pp., Castellón.

RIGUAL, A. (1972). Flora y vegetación de la provincia de Alicante. Instituto de Estudios Alicantinos, 403 pp. Alicante.

SANZ ELORZA, M, DANA, E.D. & SOBRINO, E. (2001). Aproximación al listado de plantas alóctonas invasoras reales y potenciales en España. Lazaroa, 22, 121-131.

SANZ ELORZA, M & SOBRINO, E. (2002). Plantes Vasculars del Quadrat UTM 31T CF 34 Cambrils. ORCA: Catàlegs florístic locals 13. Institut d´Estudis Catalans, Barcelona.

SOBRINO, E., SANZ ELORZA, M, DANA, E.D. & ZARAGOZA, C. (1999). La flora alóctona española: Banco de datos. Actas Congreso Nacional de la Sociedad Española de Malherbología, 39-46. Logroño.

SOBRINO, E. GONZÁLEZ MORENO, A., SANZ ELORZA & DANA, E.D., SÁNCHEZ MATA, D. & GAVILÁN, R. (2001). The expansion of the thermophilic plants in the Iberian Peninsula as a sign of climate change. *In*: Walther, G.R., Burga, C.A. & Edwards, P.J. (eds.) Fingerprints of the climate change- Adapted behaviour and shifting species ranges, pp. 163-184. Kluwer/Plenum, New York.

SOBRINO, E., SANZ ELORZA, M., DANA, E.D. GONZÁLEZ MORENO, A. (2002). Invasibility of a coastal strip in NE Spain by alien plants. Journal of Vegetation Science, 13, 585-594.

SOBRINO, E., SANZ ELORZA, M., DANA. E.D. & TANARRO, A. (2002). Malas hierbas alóctonas en España: importancia y comportamiento. Vida Rural, 161, 40-44.

STÜBING, G. & PERIS, J.B. (1998). Plantas silvestres de la Comunidad valenciana. Ed. Jaguar, Madrid.
TUTIN, T.G., HEYWOOD, V.H., BURGES, N.A., MOORE, D.M., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M. & WEBB, D.A. (eds.) (1964-1976). *Flora Europaea*. Vol 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.

Summary: Evolution of Alicante´s alien flora in a temporal range. The changes occurred between 1972 to 2003 in alien flora of an area in SE Spain (Alicante province) were analysed. The number of introduced species increased from 61 to 77, and the families represented within the alien flora rose from 26 to 52. Changes in the taxonomical and chorological patterns as well as in the routes of introduction were also detected. In sum, it is detected a strong change towards: 1-the dominance of *Asteraceae* and *Poaceae* (in terms of species richness) 2-the over-representation of Neotropical species and 3-the greater importance of gardening as the main route of introduction of species. It is discussed that the increasing presence of alien species could lead to a substantial modification of various sensitive ecosystems either natural or man-made.
Keywords: exotics, invaders, taxonomic spectrum, introduction route, gardening.

EFECTO DE LA LONGEVIDAD DEL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA SOBRE LAS COMUNIDADES DE MALEZAS DE SOJA DE TRES ÁREAS DE LA REGIÓN PAMPEANA ARGENTINA

E.S. Leguizamón Frey[1], J.P. Lewis[2], G. Ferrari[1], A. Contigiani[1], J.P. Bodrero[1] , P.S. Torres [2], E. Zorza[3], F. Daita[3] y F. Sayago[3]
[1]Cátedra de Malezas y [2]Ecología. Facultad de Ciencias Agrarias. UNR.
(CP S2125ZAA). Zavalla.- Santa Fe, Argentina. laupamar@arnet.com.ar.
[3] Cátedra de Terapéutica Vegetal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNRC.
Ruta Nac. 36 - Km. 601.(CP X5804BYA) Río Cuarto - Córdoba, Argentina.
ezorza@ayv.unrc.edu.ar.

Resumen: El sistema de siembra directa (cero labranza) -SD-, depende exclusivamente de herbicidas para el control de malezas durante el barbecho y el ciclo del cultivo: el glifosato ha contribuído significativamente a la difusión de este sistema. Se realizaron relevamientos sobre dos transectas diagonales por lote en dos épocas (M1 y M2) en cultivos de soja resistentes a glifosato (GR). 73 lotes homogéneos en potencial productivo, fueron seleccionados por su longevidad bajo SD: "Viejos" (más de 8 años) y "Nuevos" (menos de 4 años) en tres áreas de la región pampeana (Rosario, Marcos Juárez y Río IV). *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa* spp, *Anoda cristata*, *Portulaca oleracea* , *Euphorbia* spp y *Bidens pilosa* aparecen como las especies dominantes o codominantes. Especies de baja frecuencia, sin embargo, como *Wedelia glauca* y *Commelina erecta* pueden constituirse en problema debido a sus sistemas de propagación sexual+asexual y su tolerancia a glifosato. Otras, como *Viola arvensis,* pueden prosperar debido a flujos de germinación extendidos. La Riqueza varió según el área geográfica y la época de muestreo. Tanto la Equitatividad como la Diversidad no exhibieron diferencias entre épocas pero sí entre áreas. La longevidad del sistema SD + Glifosato no revela efectos significativos sobre la Diversidad en ninguna de las tres áreas.
Palabras clave: riqueza , equitatividad, diversidad, glifosato, labranza cero.

INTRODUCCION

Las comunidades de malezas evolucionan constantemente en respuesta al manejo del sistema, como la secuencia de cultivos, tipo de labranzas o herbicidas. Los herbicidas ejercen una fuerte presión de selección sobre las comunidades ya sea por la eliminación de algunas

especies muy sensibles o bien por la selección de biotipos más tolerantes o eventualmente resistentes. En este trabajo se explora si la longevidad del sistema de nula labranza (SD) principalmente basado en el herbicida glifosato, produce modificaciones en la frecuencia específica y en la diversidad de las comunidades de malezas.

METODOS Y MATERIALES

Durante la Campaña 2001-2002, se registró la presencia de malezas en un área de unos 7 m^2 alrededor del observador en 50 estaciones sobre dos transectas diagonales de cada uno de 73 lotes, en dos momentos: poco después de la siembra (M1) y poco después de cosecha (M2) de soja resistente a glifosato (la dosis convencional de uso está en el rango de 0.96 l ia.ha^{-1} en una o dos aplicaciones). Los lotes se seleccionaron en tres áreas de productividad similar: en Rosario (ROS): Ricardone, Capitán Bermúdez, Lucio V. López; en Marcos Juárez (MJ): Marcos Juárez, Bellville, Leones y en Río IV (R IV): Sol de Mayo, Cuatro Vientos, Coronel Baigorria, San José, Holmberg, La Sofia . El criterio de selección fue basado en su longevidad bajo SD: "Viejos" (más de 8 años bajo SD) y "Nuevos" (menos de 4 años bajo SD). Los datos fueron tabulados y ordenados para los cálculos y análisis siguientes:

1. **Frecuencia.**

$$F = (S_n / \sum N) . 100$$

Donde S_n es el número de estaciones del lote en donde se registra la especie n y N es el número total de estaciones de muestreo.

2. **Riqueza florística** (Margalef, 1958).

$$D_{MG} = (S - 1) \ln N^{-1}$$

Donde S es el número de especies de cada lote y N el número de lotes

3. **Equitatividad** (Pielou, 1966).

$$E_H = H / H_{max} = H / \ln S$$

Calculada diviendo H por H_{max} (donde $H_{max} = \ln S$). La Equitatividad toma valores entre 0 y 1, siendo el valor 1 el de la distribución más equitativa de todas las especies.

4. **Diversidad** (Pielou, 1966).

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

Este Indice tiene en cuenta tanto la abundancia como la equitatividad de las especies presentes (ß diversidad, Whittaker, 1960): se calcula la proporción de la especie i en relación con el número total de especies (p_i) y luego se la multiplica por el logaritmo natural de esta proporción ($\ln p_i$). El producto resultante se suma en cada una de las especies y se lo multiplica por –1.

Se realizó un Análisis de la Varianza de los Indices 2, 3 y 4 ($p > 0.05$) a los efectos de compararlos entre áreas, momentos y longevidad bajo el sistema SD + glifosato.

RESULTADOS

En la Tabla siguiente se muestra la Frecuencia media ("Viejos"+ "Nuevos"):

Tabla 1. Frecuencia en M1 y M2 en las áreas de Rosario (ROS), Marcos Juárez (MJ) y Rio IV (R IV).

	Frecuencia (%)				Frecuencia (%)		
	M1				M2		
	ROS	MJ	R IV		ROS	MJ	R IV
Alternanthera phyloxeroides	4.00	-	-	*Alternantera phyloxeroides*	1.00	-	-
Amaranthus quitensis	19.14	21.78	6.09	*Amaranthus quitensis*	-	16.29	5.22
Anoda cristata	9.14	10.89	5.57	*Ambrosia* spp	-	-	1.43
Bidens pilosa	-	1.33	20.17	*Anagallis arvensis*	-	-	0.29
Artemisia annua	0.57	-	-	*Anoda cristata*	0.50	-	0.17
Bromus catarticus	0.29	-	-	*Artemisia annua*	-	18.57	-
Capsella bursa-pastoris	7.43	-	-	*Bidens subalternans*	-	-	0.70
Carduus acanhtoides	2.57	-	0.09	*Bowlesia incana*	20.00	33.43	11.48
Cenchrus pauciflorus	-	-	2.17	*Brassica campestris*	-	-	1.14
Chenopodium album	10.29	6.22	6.26	*Bromus catarcticus*	0.50	8.86	-
Clematis denticulata	-	-	1.74	*Capsella bursa-pastoris*	28.50	10.86	-
Commelina erecta	-	0.89	0.17	*Carduus acanthoides*	14.00	26.57	-
Conyza bonariensis	2.57	-	0.61	*Cenchrus pauciflorus*	-	-	2.87
Coronopus didymus	7.71	0.22	-	*Chenopodium album*	-	10.57	0.43
Cyperus agrostis	7.71	-	-	*Cirsium vulgare*	2.50	28.29	-
Cyperus esculentus	8.86	2.67	-	*Commelina erecta*	-	-	2.00
Cyperus rotundus	15.14	9.56	15.39	*Conyza bonariensis*	11.50	-	0.86
Datura feroz	2.00	1.56	0.52	*Convolvulus arvensis*	-	59.14	-
Dichondra microcalix	8.86	-	-	*Coronopus didymus*	70.50	47.43	0.22
Digitaria sanguinalis	34.29	28.00	34.52	*Cotula australis*	2.00	-	2.29
Echinochloa colonum	23.43	9.33	-	*Cynodon dactylon*	-	-	0.26
Eleusine indica	13.71	14.89	15.17	*Cyperus rotundus*	2.50	-	2.86
Euphorbia hirta	9.14	7.33	9.22	*Digitaria sanguinalis*	1.00	9.14	13.74
Euphorbia serpens	0.29	21.56	-	*Echinochloa colonum*	5.00	-	1.43
Gamochaeta spicata	7.43	-	-	*Eleusine indica*	2.50	7.71	11.74
Ipomea nil	-	0.44	-	*Euphorbia hirta*	-	16.29	2.43
Ipomea rubriflora	1.71	2.67	0.70	*Fumaria capreolata*	1.00	-	-
Lamium amplexicaule	3.71	4.89	-	*Gamochaeta spicata*	31.50	89.43	0.43
Mollugo verticilata	-	-	2.26	*Lamium amplexicaule*	54.00	57.71	34.52
Nicandra physaloides	2.86	0.44	-	*Matricaria chamomilla*	0.50	-	-
Oenothera indecora	-	-	0.74	*Mollugo verticillata*	-	-	0.09
Oxalis spp	0.57	-	-	*Nicandra physaloides*	3.00	-	-
Physalis viscosa	3.14	0.44	-	*Oxalis* spp	0.50	40.86	-
Portulaca oleracea	15.14	15.33	7.35	*Physalis viscosa*	-	-	4.29
Senecio grisebachii	0.86	-	-	*Portulaca oleracea*	-	-	5.14
Sida rhombifolia	10.00	-	0.17	*Poa annua*	11.50	-	-
Sida spinosa	0.86	-	-	*Polygonum aviculare*	0.50	-	-
Solanum chacoense	-	0.44	-	*Rumex crispus*	0.50	-	1.43
Solanum sismibriifolium	0.29	-	-	*Senecio griisebachii*	3.00	-	-
Sonchus oleraceus	6.29	1.11	0.35	*Sida rhombifolia*	-	-	2.29
Sorghum halepense	12.86	3.33	13.43	*Solanum chacoense*	-	-	0.57
Stachyis arvensis	0.86	-	-	*Sonchus oleracecus*	14.50	43.14	-
Stellaria media	0.29	-	-	*Sorghum halepense*	4.00	12.86	7.39
Taraxacum officinalis	-	-	0.26	*Stellaria media*	29.50	8.86	0.96
Trifolium repens	0.86	-	-	*Taraxacum officinalis*	-	-	0.17
Urochloa platyphylla	6.86	0.22	-	*Urochloa platyphylla*	2.50	-	1.14
Verbena spp	10.57	0.22	0.13	*Urtica urens*	13.50	-	0.57
Viola arvensis	0.50	-	-	*Verbena* spp	9.50	-	0.52
Wedelia glauca	0.29	7.33	-	*Wedelia glauca*	1.50	8.29	-

Digitaria sanguinalis, *Echinochloa colonum*, *Anoda cristata*, *Portulaca oleracea* , *Euphorbia* spp y *Bidens pilosa* son dominantes o codominantes. *Eleusine indica,* de frecuencia media, puede significar un riesgo dados sus antecedentes de generar biotipos resistentes (Lee & Ngim, 2000). *Wedelia glauca* y *Commelina erecta* aún con baja frecuencia, pueden constituirse en problema debido a sus sistemas de propagación sexual+asexual y su tolerancia a glifosato. Otras como *Viola arvensis*, pueden significar problemas por sus flujos de germinación extendidos. La Riqueza (Fig. 1) fue diferente según el área geográfica y la época de muestreo: ROS mostró una Riqueza significativamente más alta que MJ y ésta no se diferenció de la de R IV, en M1. En M2, en cambio, las dos primeras regiones no se diferenciaron entre sí, pero fueron significativamente mayores que R IV. Tanto la Equitatividad (Fig. 2) como la Diversidad (Fig. 3) no exhibieron diferencias entre épocas pero sí entre áreas: ROS y MJ mostraron una Equitatividad y Diversidad que no difieren entre sí, pero significativamente mayores que las correspondientes a R IV. Ninguno de los índices utilizados para caracterizar la comunidad fueron significativamente afectados por la longevidad bajo el sistema SD + Glifosato; los sitios geográficos y /o los momentos de muestreo tienen hasta el presente más peso en la riqueza, la equitatividad y en la diversidad de la comunidad de malezas. Los resultados expuestos y otros en evaluación sugieren que la comunidad de malezas en el sistema SD se estabiliza rápidamente (antes de 4 años).

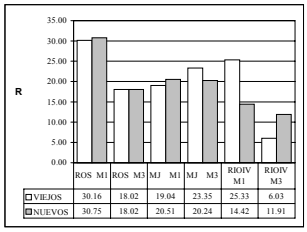


Fig 1. Indice de Riqueza.

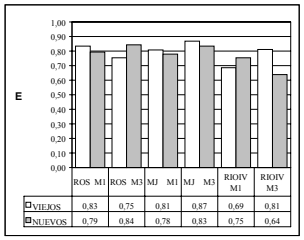


Fig 2. Indice de Equitatividad.

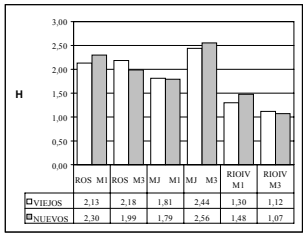


Fig 3. Indice de diversidad.

BIBLIOGRAFÍA

LEE, L. J. & NGIM, J. 2000. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) in Malaysia. Pest Management Science, 56, 336-339.

MARGALEF, O. R.. 1958. Information theory in ecology. General Systematics 3:36–71.

PIELOU, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology 13:131-144.

WHITTAKER, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. Ecological Monographs, 30:279-338.

AGRADECIMIENTOS

BASF Argentina (M. Borsi, M. Gries) financió este trabajo. D. Leguiza, G. Berra, P. Hosanna, G. Tellería y W. Gruning, seleccionaron e indicaron los sitios de muestreo. Los propietarios de los campos permitieron el ingreso sin restricción alguna.

Summary: Effect Of Direct Drilling System Longevity On The Weed Communities Of Soybean Crops In Three Areas Of The Pampas. Direct drilling system -DD- (zero tillage) heavily rely on herbicides to weed control during fallow and crop cycle. Glyphosate has significatively contributed to the spread of this system. Surveys were made on two transects per field at two sampling dates (early and late) of the cycle of RR soyabean crops. 73 fields were selected in high productivity soils according to their longevity on the DD system: "Old" (> 8 years) and "New" (< 4 years) in Rosario, Marcos Juárez and Río IV areas. *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa* spp, *Anoda cristata*, *Portulaca oleracea*, *Euphorbia* spp y *Bidens pilosa* were dominant & codominant. Low frequency species such as *Wedelia glauca* and *Commelina erecta* may become a problem because coupled sexual+asexual propagation systems and glyphosate tolerance. Others such as *Viola arvensis* may succeed because extended germination fluxes. Richness varied according to area and sampling date. Evenness and Diversity did not differ among sampling dates but they differed among areas. Longevity of the system did not affect Diversity in any of the three areas.
Key words: richness, evenness, diversity, glyphosate, zero tillage.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

IDENTIFICACIÓN DE SEMILLAS DE MALAS HIERBAS EN GRANOS DE TRIGO TRAS LA COSECHA

A. Kuc, J.A. Conesa y J. Recasens
Dept. Hortofructicultura, Botànica i Jardineria. ETSEA. Universitat de Lleida.
Rovira Roure 191. 25198 Lleida. jrecasens@hbj.udl.es

Resumen: Se ha analizado la frecuencia y abundancia de semillas de diferentes especies de malas hierbas presentes en 413 muestras de granos de trigo recién cosechados y procedentes de diferentes zonas de España. La especie más frecuente (88%) y a su vez con mayor abundancia media en las muestras (33 sem./muestra) ha sido *Lolium rigidum*. Otras especies con singular significación han sido: *Phalaris paradoxa, Polygonum aviculare*, *Anthemis praecox, Papaver rhoeas, Sinapis arvensis, Galium tricornutum* y *Avena* sp. Los resultados reflejan el nivel de contaminación que representan estas especies y la necesidad de adoptar estrictas medidas de limpieza del grano del cultivo, especialmente si es utilizado por el agricultor para siembras en años posteriores.

Palabras clave: Contaminación, cosecha, granos cereal, malas hierbas, semillas.

INTRODUCCIÓN

Durante las operaciones de cosecha de cereales de invierno, una cantidad importante de semillas de malas hierbas es incorporada al grano y, a pesar de las operaciones posteriores de limpieza que suelen aplicarse, un importante porcentaje permanece con la cosecha provocando una pérdida de calidad del producto y posibilitando futuras infestaciones. El porcentaje de muestras con impurezas por semillas de malas hierbas observados por otros autores es variable, pero suele ser siempre mayor en lotes de semillas obtenidos por el propio agricultor que en lotes certificados. Así estos valores se cifran entre un 23% y un 73% según países y tipo de cereal (WESTERLIND y OLIVERAS, 1984; PAWLOWSKI y WESOLOWSKI, 1984; FUCHS y VOIT, 1992; GIRSCH *et al*, 1996; NIKNAM y MOERKERK, 2002). El nivel de contaminación del grano de cereal es función de la densidad de malas hierbas presentes en el momento de la cosecha así como del nivel de limpieza aplicado.

En el presente trabajo se presentan los resultados acerca de las semillas de malas hierbas que han sido identificadas en 413 muestras de grano de trigo recién cosechadas en diferentes puntos de España.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal se obtuvo a partir de 413 muestras que la Asociación Española de Técnicos Cerealistas recogió el año 2001 con el fin de estimar niveles de calidad en trigos de España procedentes de campos distintos. De la fracción de cada muestra correspondiente a las impurezas (en la que había las semillas de malas hierbas) se separó una porción homogénea de 10 g que fue utilizada para la identificación de las semillas. La identificación se realizó por comparación con el material de nuestro banco de germoplasma de malas hierbas (RECASENS *et al*. 1995) y mediante consulta de diferentes fuentes bibliográficas (MONTEGUT; 1971; HANF, 1982; MARTIN y BARKLEY, 1961).

Los resultados se expresan, para cada especie, en forma de abundancia o número de semillas halladas (A), frecuencia relativa (Fr) y abundancia media (Am) para el conjunto de muestras. Se han estimado a su vez dos índices: a) la severidad de la infestación (SI) de cada especie: SI = Fr x Am; b) la contribución específica a la infestación total (CEIT) de cada especie: $CEIT_e = (Am_e / \Sigma Am_i) \times 100$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha contabilizado un total de 30.081 semillas de malas hierbas en el conjunto de muestras analizadas, lo que supone una abundancia media de 72,8 semillas/muestra. Estas semillas representan a un total de 181 especies, si bien 20 semillas no han podido ser identificadas. La forma biológica predominante es la de los terófitos, ya que la mayoría de las especies son plantas anuales de invierno relacionadas con el ciclo del cereal. Las familias mejor representadas fueron las gramíneas (con 32 especies), compuestas (26 especies), leguminosas (22 especies) y crucíferas (21 especies).

De todas las especies determinadas debemos destacar especialmente *Lolium rigidum* por hallarse en un 88% de las muestras (véase la Tabla 1), así como también por haber presentado los valores más elevados de abundancia media de semillas, severidad de infestación y contribución específica a la infestación total. Aunque *Polygonum aviculare* es la segunda especie en importancia, ya que se halla en el 53% de las muestras y ocupa el segundo lugar en la severidad de infestación, se ve desplazada por *Phalaris paradoxa* en el índice de contribución específica a la infestación total. Circunstancia similar le ocurre a *Bromus* sp. y *Avena* sp. que, aunque están presentes en un mayor número de muestras, su contribución a los índices establecidos es menor que otras especies, como *Anthemis praecox*, *Papaver rhoeas* o *Sinapis arvensis*, las cuales presentan una mayor abundancia media.

Estos datos reflejan la necesidad de realizar estrictas labores de limpieza de la cosecha, dado que el uso y la siembra, por parte del agricultor de la semilla de cereal cosechada el año anterior, puede constituir, no sólo una forma más de expansión de malas hierbas, sino también de enfermedades (DON, 1997; GRISCH *et al*. 1996). Las principales especies censadas como infestantes en las muestras de trigo coinciden, en su mayoría, con las principales especies de malas hierbas observadas en prospecciones realizadas en campos de cereales de invierno de diferentes zonas de España (RIBA *et al*., 1990, RECASENS *et al.* 1996a, GARCÍA BAUDÍN 1988; GARCÍA BAUDÍN y CONTRERAS, 1984, SAAVEDRA *et al*. 1989). Sin embargo, en nuestro análisis, destaca la ausencia de ciertas especies frecuentes como malas hierbas en estos cultivos, entre ellas *Veronica hederifolia, Capsella bursa-pastoris* y *Lamium amplexicaule*. Su fructificación primaveral y más precoz que la del cereal les permite evitar la recolección de sus frutos o semillas durante la cosecha. Por su parte, el gran predominio de gramíneas como *Lolium rigidum*, *Phalaris paradoxa*, *Avena* sp. y *Bromus* sp. refleja su creciente protagonismo como malas hierbas en cereales de invierno así como su expansión por el territorio, en especial *L. rigidum*, la cual no hace más de una década se consideraba

problemática sólo en el NE de España (Aragón y Cataluña) y en el valle del Duero (RECASENS, 1996b; GARCÍA BAUDÍN 1988). Su importancia también ha sido detectada de forma similar en muestras de semillas comerciales de cereales en Marruecos (TANJI y NASSIF, 1999) y de Australia (NIKNAM *et al.* 2002), lo cual ratifica no sólo su destacado papel como mala hierba en cereales de invierno sino también su expansión por países de clima mediterráneo.

Tabla 1. Abundancia (A), abundancia media de infestación (Am), número de muestras en que se halla presente (N), frecuencia relativa (Fr), severidad de infestación (SI) y contribución específica a la infestación total (CEIT) de las 25 especies más importantes halladas en 413 muestras de trigo cosechado.

	A	Am	N	Fr	SI	CEIT
Lolium rigidum	13614,0	32,96	365	88,38	29,13	45,26
Polygonum aviculare	1780,0	4,31	220	53,27	2,30	5,92
Bromus sp.	727,5	1,76	182	44,07	0,78	2,42
Avena fatua	564,5	1,37	167	40,44	0,55	1,88
Galium tricornutum	1091,5	2,64	163	39,47	1,04	3,63
Sinapis arvensis	1309,5	3,17	133	32,20	1,02	4,35
Papaver rhoeas	1314,5	3,18	114	27,60	0,88	4,37
Phalaris paradoxa	1842,0	4,46	66	15,98	0,71	6,12
Chenopodium album	188,5	0,46	58	14,04	0,06	0,63
Avena sterilis	304,5	0,74	55	13,32	0,10	1,01
Anthemis cotula	614,5	1,49	54	13,08	0,19	2,04
Silene vulgaris	460,5	1,12	53	12,83	0,14	1,53
Rapistrum rugosum	479,5	1,16	50	12,11	0,14	1,59
Rumex crispus	136,5	0,33	45	10,90	0,04	0,45
Ranunculus arvensis	141,0	0,34	41	9,93	0,03	0,47
Polygonum convolvulus	275,5	0,67	35	8,47	0,06	0,92
Anthemis praecox	1570,5	3,80	34	8,23	0,31	5,22
Vaccaria hispanica	419,5	1,02	32	7,75	0,08	1,39
Coronilla scorpioides	178,0	0,43	31	7,51	0,03	0,59
Neslia paniculata	156,0	0,38	21	5,08	0,02	0,52
Agrostemma githago	131,5	0,32	20	4,84	0,02	0,44
Lolium multiflorum	136,0	0,33	12	2,91	0,01	0,45
Anthemis arvensis	135,0	0,33	11	2,66	0,01	0,45
Antirrhinum orontium	116,5	0,28	6	1,45	0,00	0,39
Phalaris brachystachys	134,5	0,33	5	1,21	0,00	0,45

Algunas especies singulares como *Agrostemma githago*, *Lolium temulentum* o *Vaccaria hispanica*, consideradas nocivas e incluso alguna de ellas generadora de cierta toxicidad al contaminar el cereal así como a sus derivados, se presentan de forma muy escasa y puntual. Su estrategia de supervivencia se rige de forma exclusiva mediante su reincorporación en el campo con la semilla del cereal cosechado el año anterior (EGGERS, 1984). Su presencia en algunas muestras debe obedecer aun a tal sistema de siembra.

Se han identificado, si bien de forma puntual, semillas de algunas especies de ciclo estival como *Setaria* sp., *Amaranthus* sp., *Abutilon theophrasti* o *Echinochloa crus-galli*, cuya presencia resulta difícil de justificar como malas hierbas en cereales de invierno. Cabe pensar, seguramente, en una contaminación de la cosecha de trigo por parte de maquinaria utilizada

con anterioridad en la siega de cultivos de verano como maíz o girasol y no sometida a una profunda limpieza de la misma.

CONCLUSIONES

Proponemos una revisión del Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas de Cereales (según la Orden de 1 de julio de 1986, BOE de 19 de julio de 1986) y en concreto en lo que respecta a la relación de especies de malas hierbas cuyas semillas, según su número presente en la muestra de 500 g, impiden dicha certificación. En esa relación además de las distintas especies de *Avena* se cita *Lolium temulentum*. Dada, por un lado, la práctica ausencia de esta especie tanto en los campos de cultivo como en las muestras de granos de cereal cosechados en España, y por otro, la preponderancia de las semillas de *Lolium rigidum* en casi la totalidad de muestras analizadas, debería incluirse a esta última en dicha lista en substitución de la anterior. Así mismo, en relación con el número de semillas de malas hierbas dicotiledóneas cuya presencia obliga a rehusar la certificación del cereal, deberían añadirse otras especies como *Sinapis arvensis* o *Galium tricornutum*, cuya semilla o diáspora resulta ser de tamaño similar o incluso mayor a las especies allí relacionadas (*Agrostemma githago* y *Raphanus raphanistrum*) y por tanto, de fácil retención en los procesos de tamizado y limpieza.

BIBLIOGRAFÍA

DON, R. (1997). Wed seed contaminants in cereal seed. Proceedings of the International Crop Protection Conference. Brighton November 1997. Volume 1: 255-262.

EGGERS, T. (1984). Some remarks on endangered weed species in Germany. /th International Symposium on weed biology, ecology and systematics. Columa. Paris, 395-402.

FUCHS, H y VOIT, B. (1992). Purity and contamination in cereal seed samples. Long term survey from results of seed testing. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch n° 69; 6, 757-777.

GARCÍA BAUDÍN, J.M. y CONTRERAS LERMA, A. (1984). Gramíneas adventicias en los cereales de invierno de Andalucía. Información Técnica nº 4. Dirección general de Investigación y Extensión Agraria. Junta de Andalucía. 20 pp.

GARCÍA BAUDÍN, J.M. (1988). Gramíneas adventicias en los cereales de invierno españoles, fasc. 2: Especies adventicias del género *Lolium* en los cereales (trigo y cebada) españoles. Fascículos Phytoma. 55 pp.

GIRSCH, L.; WEINHAPPEL, M. y SCWARZ, H. (1996). Ecological aspects of the use of certified seed in comparison with saved seed. Forderungsdienst 44: 7, 45-52.

HANF, M. (1982) Las malas hierbas de Europa. Ed. BASF, Ludwigshafen 496 pp.

MARTIN, A.C. y BARKLEY, W.D. (1969). Seed identification manual. Ed. University of California Press. Los Angeles, 212 pp.

MONTEGUT, J. (1971). Atlas de semences de mauvaises herbes. Ed. Soc. Française de Phytiatrie et de Phytopharmacie. CNRA. Versailles. 45 pp.

NIKNAM, S.R. y MOERKERK, M. (2002). Weed seed contamination in cereal and pulse crops. Proceedings 13th Australian Weds Conference: weeds “threats now and forewer”. 59-62.

PAWLOWSKI, F y WESOLOWSKI, M. (1984). Characteristics of grain contamination with weeds in some cereal varieties. Acta Agrobotanica, n° 37: 2, 195-206.

RIBA, F., RECASENS, J. y TABERNER, A. (1990). Flora arvense de los cereales de invierno de Cataluña. Actas Congreso 1990 SEMh. Madrid, pp: 239-246.
RECASENS, J., RIBA, F., IZQUIERDO J., FORN, R. y TABERNER A. (1996a). Gramíneas infestantes de los cereales de invierno de Cataluña. ITEA, 92 (2): 116-130.
RECASENS, J.; PINA, R.; KUC, A.; RIBA, F. y CONESA, J.A. (1995). El banco de germoplasma de malas hierbas de la ETSEA de Lleida. Actas Congreso SEMh 1995. Huesca, pp: 91-95.
RECASENS, J. IZQUIERDO, J. y TABERNER, A. (1996b) *Lolium rigidum* en cereales de Invierno. In: F.X. Sans y Fernández-Quintanilla, C. Biología de las malas hierbas de España. Ed. Phtoma y SEMh. Valencia, pp: 49-64.
SAAVEDRA, M.; CUEVAS, J.; MESA GARCÍA, J. y GARCÍA TORRES, L. (1989). Grassy weeds in winter cereals in southern Spain. Crop Protection, 8: 181-187.
TANJI, A. y NASSIF, F. (1999) Weed sedes and other impurities in cereals planted by farmers in Settat province. Al Awamia n° 1000, 19-32.
WESTERLING, E y OLIVERAS, M. (1984). Drillbox survey of spring cereal seed. Meddelande fran Statens Utsadeskontroll, n° 59: 61-82.

Summary: Identification of weed seeds in harvested cereal grains. Botanical composition, frequency and abundance of weed seeds were evaluated in 413 wheat seed samples harvested in 2001. The more frequent and abundant species were *Lolium rigidum*. Other species with significant presence were *Phalaris paradoxa, Polygonum aviculare*, *Anthemis praecox, Papaver rhoeas, Sinapis arvensis, Galium tricornutum* y *Avena* sp. These results shown the importance of an exigent cleaning process, specially, if these grains will be used again by farmers.

Key words: Cereal grains, contamination, harvest, weed seeds.

.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

ESPECIES VEGETALES INTRODUCIDAS Y NATURALIZADAS EN ESPAÑA PENINSULAR DESDE 1975

Del Monte, J.P., Aguado, P.L.
Depto de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
Ciudad Universitaria sn. 28040-Madrid

Resumen: Se ha realizado una revisión de las especies que han sido citadas por primera vez como presentes en España peninsular en los últimos 27 años (1975-2002), alcanzando la cifra de 164 especies introducidas. Como resultado se presenta la distribución de estas especies agrupadas por familias botánicas, por origen geográfico y por Comunidades Autónomas en función de las citas recogidas.
Palabras clave: especies alóctonas; naturalizadas; introducción de especies.

INTRODUCCIÓN

Las especies vegetales se dispersan por múltiples medios, siendo esto algo "cotidiano"; no hace falta nada más que revisar la bibliografía botánica para ver títulos tales como por ejemplo: "Aportaciones a la flora...." , "Contribución a la flora de.....", "La especie... en la provincia ...", etc. No obstante el método más eficaz se relaciona con la actividad humana. En estos momentos el flujo de personas y la actividad comercial tanto en lo relativo a su intensidad como a la distancia recorrida producen un trasiego muy importante de especies fuera de sus zonas de origen, superando fácilmente todo tipo de barreras geográficas.

En el caso de los vegetales, esta situación ha producido la introducción de especies en zonas donde previamente no existían. Tras su introducción, estas especies alóctonas en función de su capacidad de adaptación a las condiciones medio ambientales de la nueva localidad y de sus propias características biológicas y ecológicas, pueden desaparecer en poco tiempo (especies efimerofitas), lograr subsistir sin intervención humana (especie naturalizada) e incluso pueden llegar a sustituir a especies autóctonas, propagándose y expándiendose fuera de la localidad donde inicialmente fueron introducidas convirtiéndose entonces en especies invasoras. Por lo tanto ni todas las especies introducidas llegan a ser invasoras, ni todas las especies invasoras son necesariamente introducidas; incluso dentro de las especies invasoras existen distintos grados o niveles de invasividad. En la actualidad existen modelos utilizables para la evaluación de esta "característica".

Para dar una idea de la cantidad e importancia de las especies introducidas citaremos como ejemplos lo que ocurre en los Estados Unidos de Norteamérica donde en la actualidad,

según Westbrooks (2003), existen unas 3800 especies introducidas (de ellas 1450 son reconocidas como malas hierbas). Fournier (1961) consideraba que en Francia se habían naturalizado 479 especies exóticas; en Australia entre 1971 y 1995 se citaron como naturalizadas casi 300 especies (Virtue & Panetta, 2003); y por último, en Nueva Zelanda cada año se naturalizan unas 14 especies (Williams, 2003). Debido al peligro potencial de algunas de estas especies exóticas, que pueden convertirse en especies invasoras, durante los último años se ha suscitado un gran interés sobre las mismas.

Normalmente al hablar de especies introducidas, delimitamos un territorio que se corresponde con una entidad política (país, provincia, etc.), sin tener en cuenta que puede haber varias entidades de este tipo generando una unidad geográfica y ecológica homogénea, sin que existan barreras geográficas que los delimiten (ej. España y Portugal), o también puede corresponderse con una entidad política en la que coexistan territorios, o ecosistemas totalmente diferentes (ej. En España los archipiélagos de Baleares y Canarias y el territorio Peninsular).

Por otra parte hay que tener en cuenta el comportamiento de la especie introducida lo que nos servirá para evaluar los posibles efectos que se deriven de su dispersión para lo que es necesario tener en cuenta factores como:

- el tiempo (cuando fue citada por primera vez)
- la geografía (donde se encontró por primera vez) dentro del área donde se realiza el estudio,
- la magnitud o intensidad de la dispersión (ya sea antrópica como por ejemplo: utilización masiva de una especie alóctona para protección de taludes en carreteras; o natural.)

Estos factores servirán para realizar estudios en los que se analice la amplitud de su dispersión en el espacio y en el tiempo poniendo en en marcha medidas correctoras si fuesen necesarias.

No obstante existe una gran confusión terminológica entre naturalización e invasión refiriéndonos a especies alóctonas. Así, en Flora Europaea (Tutin *et al.* 1964) se considera que un taxon se ha naturalizado si se ha establecido en una estación durante al menos 25 años, o está citado como naturalizado en varias localidades ampliamente separadas. Según la terminología propuesta por Richardson *et al.* (2000), acerca de las fases del proceso de invasión de una región por nuevas especies, Introducción equivale a "llegada", establecimiento y supervivencia de una nueva población de individuos adultos; Naturalización, equivale a que la población inicial se reproduce e incrementa en número para formar una colonia que se autoperpetua; por último Invasión equivale a que las especies establecen nuevas poblaciones autoperpetuantes, sufren una amplia dispersión y llegan a incorporarse a la flora local. Según estos mismos autores solo una pequeña fracción de todas las especies introducidas se reproducirán y se distribuirán por grandes áreas, a no ser que sean afectadas por la actividad humana.

En este trabajo nos hemos encontrado con ejemplos de las tres etapas citadas, y entre ellas hay especies que tienen una distribución amplia en el territorio estudiado como consecuencia de la actividad humana, por ejemplo *Amsinckia spp*.; *Leptochloa spp*.; *Solanum spp*. etc que se comportan como malas hierbas de cultivos. Otras que, inicialmente eran especies utilizadas como ornamentales, forrajeras y/o para controlar la erosión, han escapado del "cultivo" y se han naturalizado; y por último, hay especies introducidas y de distribución muy localizada (por ejemplo: *Narcisus calcicola* Mendonça).

El objetivo de este trabajo es determinar la magnitud de la introducción de especies en la España peninsular durante los últimos 27 años (1975-2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ha limitado, geográficamente, al territorio peninsular español (de hecho se citan como introducidas algunas especies originarias de Portugal); y temporalmente, al periodo comprendido entre 1975 y 2002. Se han hecho un par de excepciones de especies que fueron citadas en el primer cuarto del siglo XX, de las que solo se conocía su existencia por medio de pliegos de herbario y que se ha vuelto a citar 50 años después sin otras citas intermedias, o bien que en aquella cita previa figurara como especie de cultivo. Del mismo modo se han excluido aquellas especies utilizadas en la jardinería, presentes en nuestros habitats urbanos pero de los que no se tiene constancia de su presencia fuera de los mismos.

Para este trabajo se ha hecho una revisión bibliográfica de las citas de nuevas especies de espermatofitas presentes en España peninsular y en los que el/los autores indican como nueva y naturalizada. De cada una de las especies se ha tomado nota de: nombre científico de la especie; autor y año de la cita, lugar donde se la cita (Comunidad Autónoma); y origen de la especie.

Esta búsqueda se ha basado fundamentalmente en la literatura botánica periódica y no periódica, habiéndose utilizado tanto los nombres legítimos como las sinonimias por si pudiera haber estado citado bajo otras denominaciones.

El año de la cita se toma como fecha de la primera cita y no como año de la introducción de la especie que con toda seguridad ha tenido lugar con anterioridad mayor o menor, siendo imposible conocer dicha fecha. Se ha tratado de abarcar la mayor parte de la literatura botánica periódica española pero no descartamos la existencia de alguna laguna, debido a la gran dispersión de este tipo de información. En algunas especies el origen engloba más de un área de las representadas, asimismo algunas especies han sido citadas por primera vez de forma simultánea en dos áreas peninsulares distintas. En ambos casos se han considerado como origenes y áreas independientes a efecto de realizar los cálculos.

RESULTADOS

El resumen de los datos obtenidos se presentan en las figuras 1, 2 y 3 y en la Tabla I.

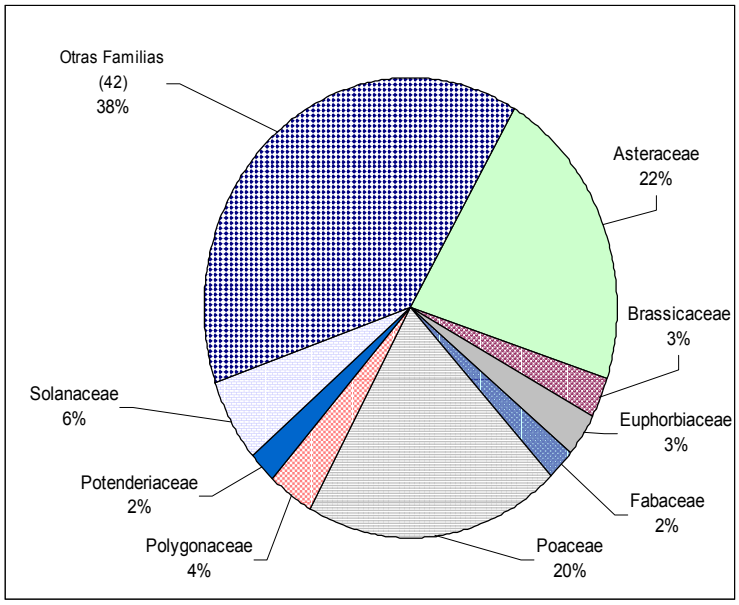


Figura 1.- Distribución (%) de las especies introducidas en España peninsular agrupadas por familias.

El número de especies introducidas (Figura 1) durante este periodo asciende a 164 (una media de 6 especies por año). Estas especies se encuentran repartidas en 50 familias de las que las más importantes son Asteraceae (con el 22%, equivalente a 37 especies) y Poaceae (con el 21%, equivalente a 34 especies), seguidas a mucha distancia por Solanaceae (el 6%, equivalente a 10 especies de las que 9 corresponden al mismo género: *Solanum*, siendo este género el de mayor representación de los introducidos).

Por otro lado 27 familias están presentes con una sola especie. En la Tabla 1 se recogen las 42 familias (y el número de especies de cada una) de lo que en la Figura 1 se denomina "Otras Familias" y que constituye el 37% del total de especies introducidas.

Tabla 1. Relación de familias con representación inferior al 2% de las especies introducidas (Entre parentesis figura el número de especies)

Amaranthaceae (3)	Amaryllidaceae (1)	Apiaceae (3)	Asclepiadaceae (1)	Balsaminaceae (2)
Betulaceae (1)	Boraginaceae (3)	Cactaceae (2)	Caryophyllaceae (2)	Chenopodiaceae (3)
Commelinaceae (2)	Convolvulaceae (3)	Cuscutaceae (1)	Cyperaceae (3)	Elatinaceae (1)
Gentianaceae (1)	Haloragaceae (1)	Hyacinthaceae (1)	Hydrocharitaceae (2)	Hydrophyllaceae (1)
Iridaceae (2)	Juncaceae (2)	Lamiaceae (1)	Liliaceae (1)	Malvaceae (3)
Martyniaceae (1)	Nyctaginaceae (1)	Nymphaceae (1)	Onagraceae (2)	Orchidaceae (1)
Orobanchaceae (1)	Phormiaceae (1)	Primulaceae (1)	Ranunculaceae (1)	Rosaceae (1)
Sapotaceae (1)	Saxifragaceae (1)	Scrophularyaceae (1)	Thymelaeaceae (1)	Tetragoniaceae (1)
Valerianaceae (1)	Verbenaceae (1)			

En cuanto al origen de estas especies (Figura 2) de forma global dominan las especies originarias de América con un 46% del total, si bien no hay que descartar las que pueden provenir de entornos mucho más próximos como puede ser el Norte de Africa (10 especies), la cuenca del mediterráneo (13), e incluso Portugal (8 especies incluidas como originarias de Europa).

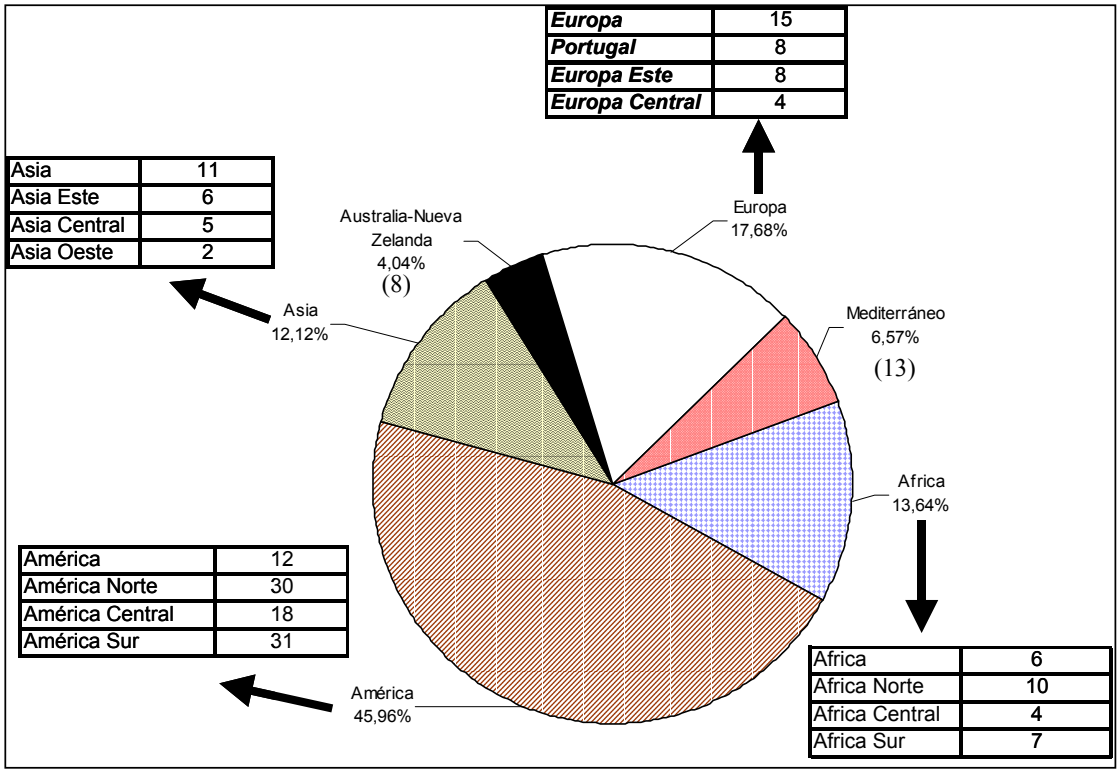


Figura 2.- Especies introducidas en función de su origen (en %). En las tablas se muestra el número de especies presentes en las subáreas del área principal. En las áreas sin subdivisiones se muestra entre paréntesis el número de especies.

En la Figura 3 se presenta la distribución de las especies introducidas en las Comunidades Autónomas donde han sido citadas por primera vez reflejando también sus origenes en porcentaje. Como puede observarse las principales Comunidades por donde han tenido lugar las introducciones han sido Andalucía (24,88 %), Valencia (18,91%) y Cataluña (16,42%).

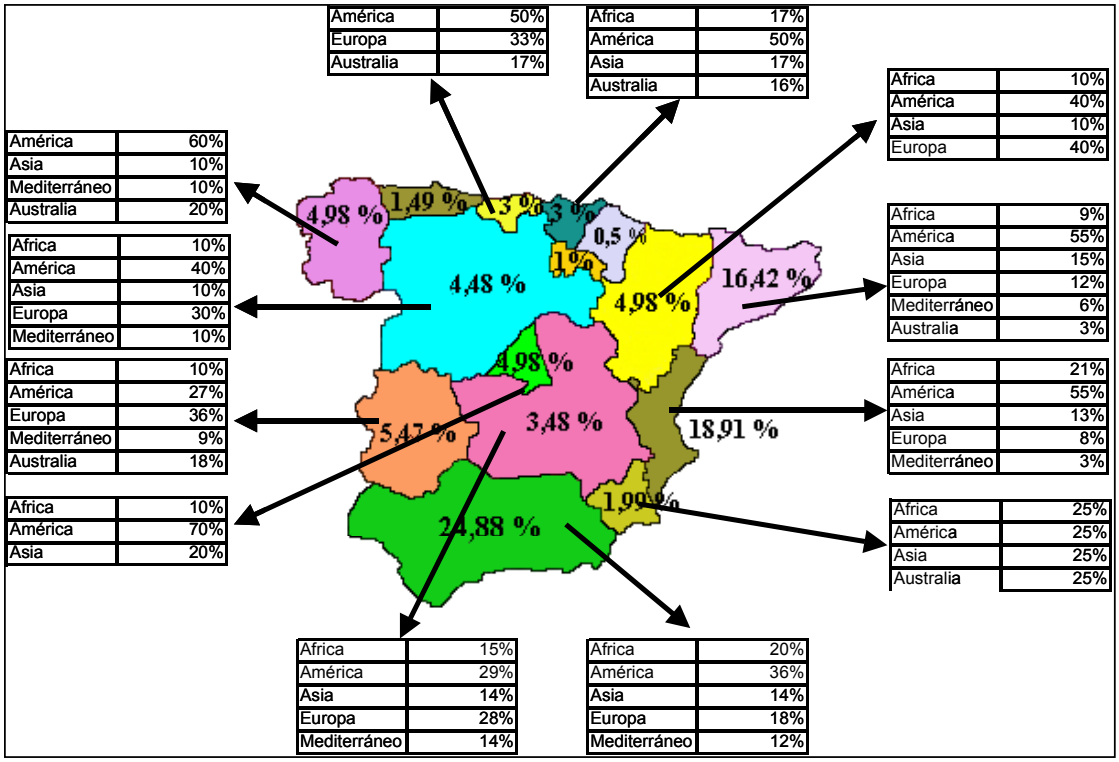


Figura 3. Distribución (en %) de las especies introducidas en las distintas Comunidades Autónomas de España Peninsular y su distribución (en %) en función del origen.

CONCLUSIONES

El número de especies introducidas y naturalizadas en el periodo de 1975 a 2002 asciende a 164 especies. De este total, el 46% tienen un origen americano. En cuanto a las áreas de entrada, son las Comunidades litorales del Este y Sur las que mayor número de citas iniciales han presentado suponiendo en conjunto el 62% de las mismas. Esta Comunidades (Andalucia, Murcia, Comunidad Valenciana y Cataluña) tienen una intensa actividad agraria y comercial que puede inducir a pensar que estas actividades han actuado como vehículo para facilitar la introducción de nuevas especies.

BIBLIOGRAFÍA

FOURNIER, P., (1961). Les quatre flores de France. (Ed). P. Le Chevallier. Paris. 1105 pp.

RICHARDSON, D.M.; PYSEK, P.; REJMANEK M. BARBOUR, M.G.; PANETTA, F.D.; WEST, C.J.; (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and Distribucion 6, 93-107

TUTIN,T.G. HEYWOOD, V.H.; BURGES, N.A.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M.; WEBB, D.A. (1964). Flora Europaea. Eds. Tutin,T.G. Heywood, V.H.; Burges, N.A.; Valentine, D.H.; Walters, S.M.; Webb, D.A. Cambridge University Press. Vol. I pág. XX.

VIRTUE, J.G. & PANETTA, F.D.,(2003). Weed Risk Assessment in Australia. FAO Expert Consultation on Weed Risk Assesment. 61-70.Roma.

WESTBROOKS, R.G., (2003). New Global strategies for weed prevention through mandatory preescreening, early warning and rapid response, and a new biological protection ethic. FAO Expert Consultation on Weed Risk Assesment. 9-20.Roma.

WILLIAMS, P.A., (2003). Proposed guidelines for weed-risk assessment in developing countries. FAO Expert Consultation on Weed Risk Assesment. 71-112. Roma.

Además se han manejado en la búsqueda de las especies introducidas las siguientes obras periódicas desde 1975:

Anales del Jardín Botánico de Madrid; Lazaroa; Botánica Complutensis; Fontqueria; Acta Botánica Barcinonensia; Butlletí de la Institució Catalana d´Història Natural, Secció Botánica; Folia Botánica Miscellanea; Lagascalia; Blancoana; Trabajos del Departamento de Botánica de Granada; Boletín del Instituto de Aclimatación de Almería; Studia Botánica. Actas de los Congresos de la SEMh;

y las siguientes Floras:

Flora Europaea; Flora Ibérica; Flora Vascular de Andalucia Occidental; Flora Básica; Botánica Descriptiva; Elenco de la Flora Vascular Española; Catálogo florístico de Alava, Vizcaya y Guipúzcoa y Flora dels Paisos Catalans.

Summary: Plant species recently introduced and naturalized plants in the continental Spain A bibliographic search was carried out to make and updated catalog of the plant species introduced and naturalized plants in the continental Spain. The number of records reported in the period 1975-2002 amounted to 164 plant species. The results were categorized by botanical families, geographical origin. The distribution of these naturalized species into each autonomous region of the continental Spain was also studied.

Key words: alloctonous plant; naturalized plant; plant introduction; alien plant

COMUNICACIONES
3. Manejo

PLANTAS ESPONTÁNEAS HOSPEDERAS ALTERNATIVAS DE INSECTOS BENEFICIOSOS EN UN CULTIVO DE ALFALFA

A.S. Paravano[1], M.C. Curis[1], J. Beltramo[1], J.B. Valenciano[2]
[1] Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Litoral. P. Kreder 2805. 3080 Esperanza (Argentina).
[2] Departamento de Ingeniería Agraria. ESTIA. Universidad de León. Avda. Portugal, nº 41. 24071 León (España). diajva@unileon.es

Resumen: Los daños ocasionados por plagas pueden verse disminuidos indirectamente por la presencia de malezas que soporten dichas plagas y, como consecuencia, que puedan vivir a expensas de ellas sus enemigos naturales. Este trabajo pretende conocer la vegetación espontánea que puede soportar insectos beneficiosos en un cultivo de alfalfa, y conocer cuáles son los depredadores y parasitoides de plagas claves cuya presencia puede ser beneficiosa para el control natural de las mismas. Se utilizó un campo de 2 ha perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de Esperanza (Santa Fe, Argentina), en el que se había implantado alfalfa en 1998. Durante 1999 se realizaron muestreos semanales de las plantas espontáneas presentes en el cultivo a efectos de determinar en cuáles de ellas se registraba la presencia de insectos beneficiosos de los órdenes *Diptera*, *Coleoptera* e *Hymenoptera*. A comienzos de 2000 se seleccionaron aquéllas malezas que registraron mayores poblaciones de enemigos naturales eficientes para la regulación de las plagas, que se consideraban como adecuadas para realizar un control biológico de las mismas. En el año 2000 y 2001 se contaron los insectos beneficiosos localizados únicamente sobre las malezas preestablecidas. Se destaca *Cardus sp*. por la gran cantidad de insectos beneficiosos presentes, sustentados por abundantes poblaciones de pulgones. Estas poblaciones aumentaron considerablemente durante los meses de octubre y noviembre de 2000, y junio, julio y agosto de 2001, permitiendo la supervivencia de especies de gran importancia en control biológico.
Palabras clave: Argentina, *Cardus* sp., depredadores, parasitoides.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es una de las forrajeras más utilizadas para la alimentación del ganado en la región central de la Provincia de Santa Fe (Argentina). Su producción y su vida útil está condicionada por varios factores entre los cuales los daños causados por plagas son muy importantes. Una forma más racional de atenuar este daño, y protegiendo a su vez al medio

ambiente, es mediante el manejo integrado de plagas (MIP). Esta es una filosofía de control que tiene como principal objetivo obtener el máximo provecho económico para el productor con un mínimo efecto nocivo sobre la sociedad (alteración del medio, residuos tóxicos, etc.).

La biodiversidad es importante porque interviene en la formación de una variedad de procesos de renovación y servicios ecológicos, favorece la detoxificación de compuestos y regula los procesos hidrológicos y la abundancia de organismos nocivos (ALTIERI, 1992). Si su manejo es eficiente, puede jugar un rol importante como una táctica primaria en el MIP, siempre que sea convenientemente adaptado a las distintas circunstancias agroecológicas, culturales y socioeconómicas (ALTIERI, 1993). En la agricultura moderna dicha diversificación se ve minimizada en favor de monocultivos vulnerables a factores bióticos y abióticos (THOMAS y KEVAN, 1993). Las metas ecológicas tienden a la diversidad genética y son puntos de desarrollo, tanto para la obtención de alimentos, como para el crecimiento de un sistema agrícola (DAHLBERG, 1992). La complejidad de los sistemas puede ser utilizada en el manejo de plagas, ya que al presentar ambientes y alimentos alternativos permite una mayor diversificación de los insectos beneficiosos, favoreciendo su supervivencia (ALTIERI, 1992).

KOGAN y LATTIN (1993) afirman que la diversificación de los sistemas agrícolas, a través del uso de plantas nativas, beneficia tanto al MIP al crear condiciones adversas para los insectos fitófagos, como a la conservación de artrópodos beneficiosos al proporcionarles condiciones de hábitat y de alimentación complejas que evitan la extinción de las especies.

En los policultivos hay mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales que en monocultivos (ROOT, 1973), pues tienden a ser polífagos y en ellos encontrarán mayor variedad de presas alternativas y de hábitats. El complejo de depredadores y parasitoides de insectos fitófagos requiere de la presencia de ambientes alternativos a los cultivados, que les permitan obtener el alimento básico, polen y néctar de flores, vitales para la longevidad y la fecundidad de adultos, y refugio períodos críticos (SALTO *et al*., 1991). Muchos enemigos naturales tienen dietas diferentes en sus distintos estados; así, las larvas de neurópteros y de muchos dípteros cambian de hábito alimenticio al pasar al estado adulto. En esta fase, los depredadores requieren de diversidad alimenticia para llevar a cabo la maduración sexual y la producción de huevos (GARCÍA, 1991). Algo similar ocurre con muchas mariquitas, aunque su hábito alimenticio como larva y adulto es depredador, completan sus requerimientos nutricionales para la fase reproductiva con polen y néctar de ciertas flores (HODEK, 1973).

El manejo de hospederas alternativas es una forma de restablecer, aunque parcialmente, la biodiversidad. Es un aspecto complementario, que debería agregarse el estudio y detección de especies claves como reservorios de insectos beneficiosos, éste sería un factor importante de incorporar al MIP, pues dichas hospederas espontáneas favorecerían la acción de parasitoides y depredadores e interferirían negativamente sobre las plagas (SALTO e*t al*., 1993).

Este trabajo trata de analizar que plantas espontáneas en un alfalfar tienen mayor efecto como hospederas de depredadores y parasitoides de las plagas claves y conocer cuáles de éstos están presentes, y pueden ser beneficiosos para el control natural de las mismas

MATERIAL Y MÉTODOS

En el año 1998 se implantó un cultivo de alfalfa en una parcela de 2 hectáreas perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, Esperanza (Santa Fe, Argentina), para realizar las observaciones a campo.

Durante el primer año (1999-2000) se realizó un muestreo de las plantas espontáneas presentes en el alfalfar, para determinar cuáles de ellas tienen mejor comportamiento como hospederas de enemigos naturales. Consistieron en recuentos semanales de especies vegetales espontáneas, anotándose aquéllas que poseían asentados insectos beneficiosos de los órdenes

Diptera, *Coleoptera* e *Hymenoptera*, además se incorporaron otras que resultaban abundantes. El método utilizado para determinar las malezas existentes en el alfalfar y su densidad consistió en arrojar un aro de 56,4 cm de diámetro en la parcela. Los recuentos se hicieron en los bordes del cultivo y dentro de éste (10 veces en el borde y 10 en el cultivo).

Una vez determinadas las principales plantas espontáneas, se realizaron sobre ellas, durante el segundo año (2000-2001), recuentos de insectos beneficiosos. Su recolección se efectuó con los elementos de caza requeridos para tal fin (bonete, frascos colectores, pinzas); éstos fueron colocados en recipientes con alcohol 70 % hasta su identificación. Cuando se encontraban en estado inmaduro se colocaron en cámara de cría hasta que llegaban al estado adulto, realizándose a posteriori, la identificación de la especie correspondiente.

Posteriormente se promediaron los resultados de los recuentos, nominando las malezas según su frecuencia, hecho que permitió seleccionarlas y considerarlas como hospederas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies vegetales espontáneas que fueron hospederas de insectos beneficiosos, según el muestreo en campo durante el período 1999-2000, se citan en la Tabla 1.

Tabla 1. Interrelación entre malezas e insectos beneficiosos presentes

Maleza	Frecuencia	Total insectos	Proporción
Sonchus asper	2	13	6,5000
Taraxacum officinale	6	24	4,0000
Cynodon dactylon	108	225	2,0833
Paspalum notatum	1	2	2,0000
Chenopodium album	3	6	2,0000
Sorghum halepense	2	4	2,0000
Wedelia glauca	1	2	2,0000
Bromus catharticus	16	29	1,8125
Bowlesia incana	7	12	1,7143
Stipa bracychaeta	10	17	1,7000
Cardus sp	3	5	1,6667
Eragrostis curvula	2	3	1,5000
Setaria parviflora	17	22	1,2941
Sida rhombifolia	12	14	1,1667
Amaranthus quitensis	3	3	1,0000
Bidens subalternans	1	1	1,0000
Cichorium intybus	1	1	1,0000
Cyperus rotundus	1	1	1,0000
Eleusine indica	1	1	1,0000
Euphorbia maculata	1	1	1,0000
Rumex crispus	1	1	1,0000
Sonchus oleraceus	6	6	1,0000
Veronica persica	3	3	1,0000

De la lista de malezas precedente, se seleccionaron las que poseían mayor población de insectos beneficiosos. Algunas de ellas no se encontraron en los muestreos del 2000-2001, realizándose los recuentos sólo en aquéllas que, perteneciendo a dicha lista, se hallaron presentes en el período comprendido de septiembre de 2000 a septiembre de 2001 (Tabla 2).

Tabla 2. Malezas seleccionadas por presencia de insectos beneficiosos

Nombre científico	Ciclo de la maleza
Amaranthus quitensis	Primavero-estival
Bromus catharticus	Otoño-primavera
Cardus sp.	Otoño-primavera
Cichorium intybus	Otoño-primavera
Cynodon dactylon	Primavero-estival
Chenopodium album	Invierno-primaveral

Nombre vulgar	Ciclo de la maleza
Rumex crispus	Otoño-invernal
Setaria parviflora	Primavero-estival
Sida rhombifolia	Primavero-estival
Sonchus oleraceus	Otoño-invernal
Sorghum halepense	Primavero-estival
Stipa brachychaeta	Otoño-invernal

Los insectos beneficiosos encontrados fueron depredadores y parasitoides de áfidos:

***Coccinellidae* (*Coleoptera*): *Cycloneda sanguinea*, *Hyperaspis festiva*, *Eriopis conexa*, *Coccinellina limbicollis*, *Coccinella ancoralis* y *Olla abdominalis*.**

***Syrphidae* (*Diptera*): *Mesograpta* sp. y *Allograpta exotica*.**

***Aphidiidae* (*Hymenoptera*): *Aphidius* sp.**

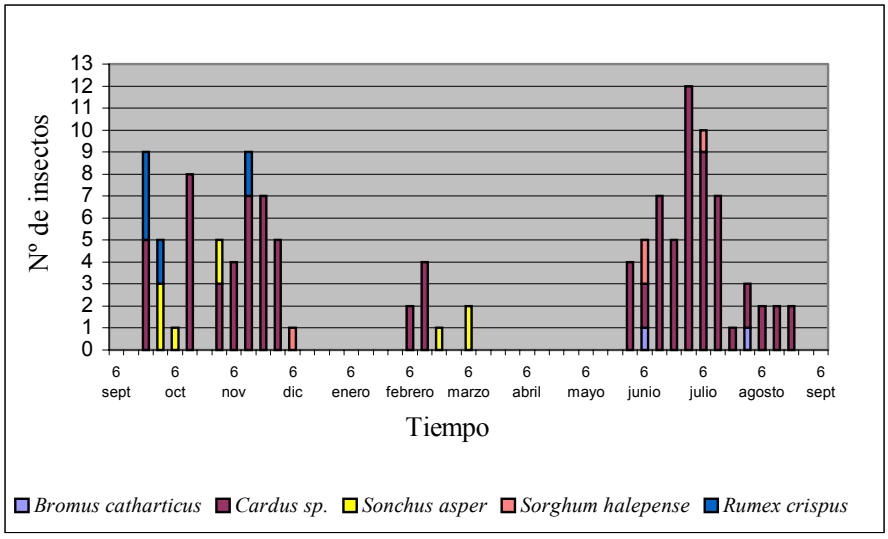


Figura 1. Relación entre representantes de la familia *Coccinellidae* y malezas

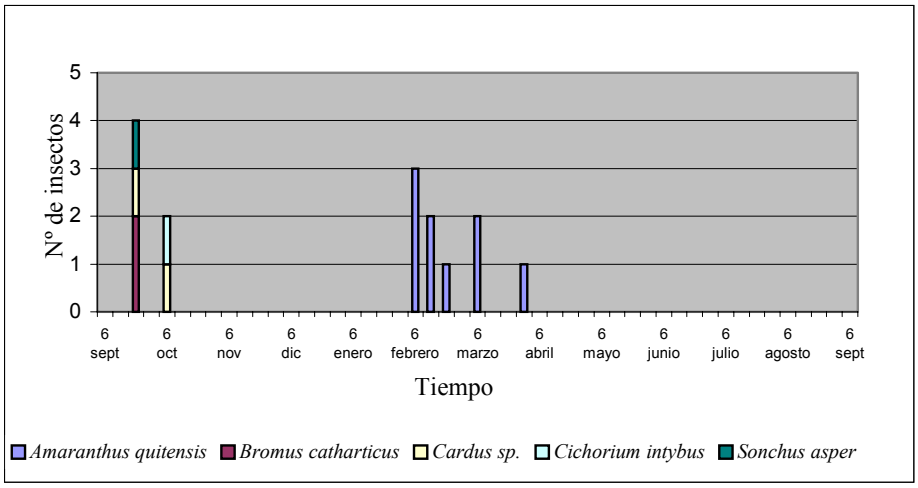


Figura 2. Relación entre Sírfidos y malezas seleccionadas

Como se observa en la Figura 1, existe una población importante de coccinélidos depredadores, alojados principalmente en *Cardus sp*. SALTO *et al*., (1993) encontraron que la

clave para el mantenimiento de los insectos entomófagos del tercer nivel trófico sobre estas plantas es la presencia de pulgones en las mismas. Los períodos de mayor crecimiento de la población de éstos insectos beneficiosos coinciden con el incremento de áfidos. Estos incrementos sobre la maleza mencionada se presentaron en los meses de octubre y noviembre de 2000, y junio, julio y agosto de 2001. SALTO *et al*., (1993) detectaron pulgones durante todo el ciclo, produciéndose los picos máximos poblacionales en primavera y otoño.

La Figura 2 indica que no existe una clara correlación entre malezas y sírfidos. Tampoco se encontró entre los microhimenópteros parasitoides presentes dentro de momias de pulgones halladas en las malezas seleccionadas y éstas. En ambos casos, sólo se presentaron algunos de forma aislada en plantas de crecimiento espontáneo.

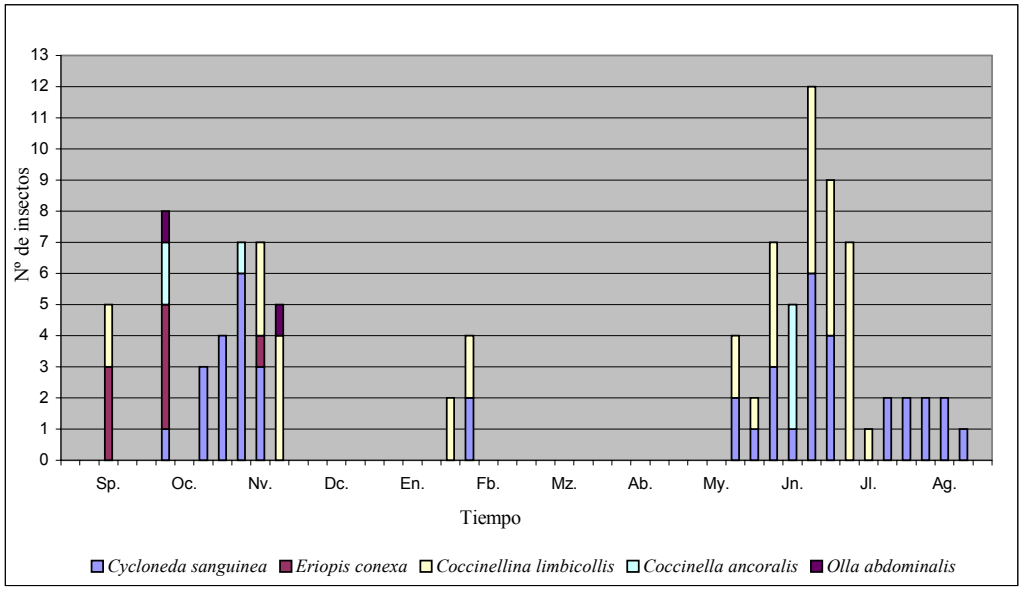


Figura 3. Coccinélidos alimentados con pulgones en *Cardus sp.*

La Figura 3 indica que la evolución de las especies de coccinélidos ha sido diferente, presentando *Cycloneda sanguínea* los mayores niveles seguida por *Coccinellina limbicollis*. Además ambas especies se caracterizaron por sus dos picos poblacionales en primavera e invierno, que se correlacionaron directamente con los incrementos poblacionales de pulgones en esa misma época.

CONCLUSIONES

La maleza que ha registrado mayor cantidad de insectos beneficiosos es *Cardus* sp., hecho que coincide con las abundantes poblaciones de pulgones, que han permitido la supervivencia de coccinélidos, sírfidos y microhimenópteros en forma casi continuada, coincidentes con los picos poblacionales de pulgones.

Este trabajo debería complementarse con observaciones que evaluaran densidad de plantas de cardos (*Cardus sp*.), cuya presencia no represente competencia con el cultivo de alfalfa; en este caso, podría recomendarse un umbral poblacional de cardos, que no perjudique la producción de alfalfa. La presencia limitada de esta maleza permitiría la supervivencia de los enemigos naturales presentes, mencionados en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1992). Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Cetal Ediciones.

ALTIERI, M.A. (1993). Ethnoscience and Biodiversity. Key elements in the design of sustainable pest management system for small farmers in developing countries. Agric. Ecosyst. Environ., 46 (1-4), 257-272.

DAHLBERG, K.A. **(**1992). The conservation of biological diversity and United States agricultural goals, Institutions and policies. Agric. Ecosyst. Environ., 42 (1-2), 177-193.

GARCIA, M.A., 1991. Ecología nutricional de parasitoides y predadores terrestres. En: Introduçao a ecologia nutricional de insetos e suas implicaçoes no manejo de pragas. Panizzi, A. R. y Parra, J. R. (eds.). Ed. Manole. Sao Pablo, Brazil, 289-311.

HODEK, I. (1973). Biology of *Coccinellidae*. W. Junk Publishers. The Hague, Neederlands.

KOGAN, M.; LATTIN, J.D. (1993). Insect conservation and pest mannagement. Biodivers. Conserv., 2 (3), 242-257.

ROOT, R.B. (1973). Organisation of plant arthropod association in simple and diverse habitats; the fauna of Collards (*Brassica oleracea*). Ecol. Monogr. 43, 95-124.

SALTO, C.E.; LÓPEZ, J.A.; BERTOLACCINI, I.; QUAINO, O.; IMWINKELRIED, J.M. (1991). Preferencia de adultos de *Allograpta exotica* (*Diptera*, *Syrphidae*) por flores de malezas. XII Reunión Argentina sobre la maleza y su control, Mar del Plata, Argentina.

SALTO, C.E.; LÓPEZ, J.A.; BERTOLACCINI, I.; IMWINKELRIED, J.M. (1993). Observaciones preliminares de las interacciones malezas-fitófagos-enemigos naturales en el área central de la provincia de Santa Fe. Gaceta Agronómica, 12 (71), 21-31.

THOMAS, V.G.; KEVAN, P.G. (1993). Basic principles of agroecology and sustainable agriculture. J. Agric. Environ. Ethics, 6, 1-19.

Summary: Plants spontaneous alternative host of beneficent insects on an alfalfa crop. Damages caused by pests can decrease indirectly by the presence of weeds that support the plagues of the crop; and in consequence they can live in expense of them their natural enemies. This work wants sought to be proven if the surrounding spontaneous vegetation and inserted in the medic cultivation, has some influence on the predators and parasitoids of the plagues keys and to demonstrate if their presence can be beneficial for the natural control of the insects. A field of 2 ha belonging to the Facultad de Ciencias Agrarias of Universidad Nacional del Litoral, Esperanza (Santa Fe, Argentina) was used, in which an alfalfa crop was implanted in 1998. During the 1999-year weekly samplings of the plants spontaneous present in the crop were carried out to determinate the presence or not of beneficial insects of *Diptera*, *Coleoptera* and *Hymenoptera* in them. At the beginning of the 2000-year, those overgrowths that registered bigger populations of efficient natural enemies for the regulation of the insects plagues that could be considered as appropriate to carry out a biological control of the same ones were select, although others abundant plants were incorporated. In 2000 and 2001 the beneficent insects only located on preestablished overgrowths were counted. *Cardus sp*. stands out for the great quantity of beneficial insects present, they are sustained by abundant aphid populations. These populations increased considerably during the months of October and November of 2000, and June, July and August of 2001, allowing the survival of species of great importance in biological control.
Key words: Lucerne, Argentina, *Cardus* sp., predators, parasitoids.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

SIEGA MECÁNICA Y CAPACIDAD DE REBROTE DE CUBIERTAS DE CRUCÍFERAS EN OLIVAR

C. Alcántara*, S. Sánchez y M. Saavedra
Departamento de Protección Vegetal (Malherbología)
CIFA Alameda del Obispo, CAP. Junta de Andalucía.
Avda. Menéndez Pidal s/n, Apdo. 3092, 14080 Córdoba.
*cristina.alcantara.ext@juntadeandalucia.es

Resumen: El uso de cubiertas vegetales en olivar se ha extendido mucho fundamentalmente como medida para evitar la erosión aunque también permiten aumentar la infiltración y reducir la evaporación. El factor crítico en el manejo de la cubierta para evitar la competencia por agua y nutrientes con el olivo es determinar el momento óptimo de siega, así como el método de siega a emplear. En este trabajo se ha estudiado la adaptación de 4 cubiertas de crucíferas (*Eruca vesicaria* (L.) Cav., *Sinapis alba* L., *Raphanus sativus* L.y *Brassica carinata* A. Braun) a un sistema de siega mecánica, así como su capacidad de rebrote tras dos fechas de siega S1 (26 marzo) y S2 (19 de abril).Todas las especies presentaron mayor capacidad de rebrote cuando la siega fue más temprana. *E. vesicaria* fue la especie con mayores porcentajes de cobertura debida a los rebrotes, seguida de *B. carinata* y *R. sativus*. *S. alba* presentó una escasa capacidad de rebrote tras las dos fechas de siega, mostrándose muy adecuada para su manejo mediante un sistema de siega mecánica.
Palabras clave: cubiertas vegetales, crucíferas, siega mecánica, capacidad de rebrote.

INTRODUCCIÓN

El uso de cubiertas vegetales vivas en olivar se ha extendido mucho en la última década fundamentalmente como medida para evitar la erosión. Los beneficios de las cubiertas son amplios ya que mejoran la infiltración y reducen la evaporación, aunque consumen agua por transpiración. El balance de agua en el suelo determinará los posibles beneficios sobre la productividad del olivar. En este sentido el factor crítico en el manejo de la cubierta es determinar el momento en que se controla con el fin de reducir al máximo los consumos de agua en los momentos de máxima necesidad para el cultivo, que son primavera y verano, así como evitar competencia por nutrientes.

En base a esto PASTOR (1989a) propuso un sistema consistente en mantener la cubierta viva en el período lluvioso y controlar la transpiración mediante la siega a la salida del invierno, cuando la cubierta tiene un desarrollo suficiente para que los restos protejan al

suelo de la erosión, fijando la fecha de siega para las condiciones de Córdoba en la tercera semana del mes de marzo. De igual modo CASTRO (1993) determinó ese momento como el óptimo para la siega de cubiertas de cebada.

Un factor muy importante a tener en cuenta es el método de siega empleado. CIVANTOS y TORRES (1981) observaron importantes pérdidas de producción del olivar cuando cubiertas espontáneas fueron segadas mecánicamente, lo que fue corroborado por PASTOR (1991) para cubiertas de gramíneas, debido a la competencia por agua de los rebrotes. Sin embargo la siega química con herbicidas de contacto o translocación proporcionó muy buenos resultados, consiguiéndose aumentos de cosecha respecto al laboreo convencional. Pero existen especies, como la veza, en las que la siega mecánica resulta eficaz, debido a su escaso poder de rebrote (HUMANES y PASTOR, 1995).

Por lo tanto, si queremos introducir nuevas especies como cubiertas vegetales es muy importante saber cuál es el manejo más adecuado para evitar la competencia por agua entre el olivo y la cubierta, a fin de que no disminuya la producción. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la adaptación de especies crucíferas a un sistema de siega mecánica así como su capacidad de rebrote.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la campaña 01-02 en parcelas experimentales situadas en Alameda del Obispo (Córdoba), sobre suelo franco (típico *Xerofluvent*), se estudiaron 4 especies: *Sinapis alba* L. (mostaza blanca = SINAL), *Eruca vesicaria* (L.) Cav. (oruga = ERUVE), *Raphanus sativus* L. (rábano = RAPSA) y *Brassica carinata* A. Braun (col de Etiopía = BRACA) y dos fechas de siega mecánica. El diseño experimental fue un split-plot, con 2 fechas de siega mecánica y un testigo sin segar, 4 repeticiones y parcelas elementales de 25 m^2.

Antes de la siembra se aplicó glifosato a 2.16 $kgha^{-1}$ de ia. (Pitón 36%) para controlar especies perennes. Posteriormente se dio un pase de fresadora. La siembra se realizó a voleo, a mediados de diciembre y a las dosis de 643, 2600, 451 y 743 $semillas.m^{-2}$ para SINAL, ERUVE, RAPSA y BRACA respectivamente. No se realizó abonado. En cada parcela elemental se determinó la emergencia, altura y cobertura de cada especie. La emergencia se calculó como (nº $plantas.m^{-2}$ / nº $semillas.m^{-2}$)x100. El nº de $plantas.m^{-2}$ se determinó mediante conteos al azar de 12 muestras delimitadas por marcos de 0.1 m^2. La altura se estimó como la media de 10 medidas al azar dentro de cada parcela.

Las dos siegas se hicieron respectivamente el 26 de marzo (S1) y 19 abril (S2). Las parcelas segadas en la primera fecha requirieron otra siega adicional (S1-2ª). Se utilizó una desbrozadora de hilo manual, cortando a ras de suelo y dejando los restos esparcidos sobre la superficie.

La cobertura y la capacidad de rebrote de cada especie se estimó mediante un método fotográfico basado en la metodología descrita por LAFLEN *et al.* (1981), que consiste en hacer fotografías al azar y posteriormente proyectarlas sobre un panel con 100 puntos; el nº de intersecciones totales de los puntos con las plantas nos da el porcentaje de cobertura total y de rebrotes. Se hicieron 2 fotografías en cada parcela elemental cada 7-10 días desde el 22 de marzo hasta el 26 de junio.

La biomasa producida hasta el momento de las siegas (S1 y S2), se determinó en las parcelas testigo, para no alterar los tratamientos, segando 2 muestras al azar de 0,5 m^2 en cada parcela testigo. Se obtuvo peso fresco y peso seco, tras 6 días en estufa a 70-80 ºC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las emergencias, alturas y biomasas de las especies estudiadas se muestran en la Tabla 1. Todas las especies presentaron buena emergencia y adecuado desarrollo formando una cubierta densa durante el invierno. La elevada biomasa producida por las especies permitió que los restos dejados en el suelo tras las siegas cubrieran adecuadamente durante la primavera.

Tabla 1. Emergencia, altura, peso seco y estado fenológico en el momento de las siegas S1 y S2 de 4 especies crucíferas.

Especies	Emergencia (%) 21/1/02	Altura (cm) 22/3/02	Peso seco S1 (g/m^2) 26/3/02	Estado fenológico en S1 26/3/02	Peso seco S2 (g/m^2) 19/4/02	Estado fenológico en S2 19/4/02
ERUVE	19.0 d[1]	35.3 c	377.5 b	Inicio floración	660.0 c	Plena floración
SINAL	81.0 a	108.0 a	767.5 a	Plena floración	1057.5 a	Inicio maduración
RAPSA	42.9 c	51.8 b	440.0 b	Inicio floración	772.5 b	Plena floración
BRACA	57.7 b	57,2 b	477.5 b	Botones florales	867.5 ab	Inicio floración

[1]Los datos con la misma letra por columna no presentan diferencias significativas. LSD ($p<0.05$).

SINAL destacó por su alta emergencia así como por su desarrollo y elevada producción de biomasa, mostrando claras diferencias con el resto de las especies. ERUVE fue la especie con menor porcentaje de emergencia y menor desarrollo pero, al tratarse de una especie rastrera y de crecimiento en roseta, proporciona una buena cobertura del suelo. Por su parte RAPSA y BRACA mostraron un comportamiento muy similar con buena emergencia y alta biomasa.

La cobertura total, suma de rebrotes de planta viva y restos secos, a lo largo del tiempo (Fig. 1) fue variando en función de la capacidad de cada especie para rebrotar así como de la persistencia de los restos en el suelo, mostrando en su conjunto valores máximos del 80-90% a finales de marzo y entre 40-60% a finales de junio, tanto en las parcelas S1 (26 de marzo) como en S2 (19 de abril).

Tras la primera siega S1 (Fig. 1A), y durante los primeros días, no se observa disminución de la cobertura total, debido a que los restos segados tardan un tiempo en descomponerse. Después se produce un descenso relativamente brusco, y al cabo de 3-4 semanas sólo quedan sobre la superficie del suelo las partes más lignificadas. Posteriormente se produce un aumento de la cobertura en especies como ERUVE, RAPSA y BRACA debido fundamentalmente a su capacidad de rebrote (Fig. 2A), alcanzando ERUVE un máximo el 13 de mayo y RAPSA y BRACA 8 días más tarde ya que son especies de ciclo más largo. En SNA se produjo un descenso lento de la cobertura debido a que sus restos son persistentes y al mismo tiempo el rebrote es escaso (Fig. 2A). Los rebrotes fueron tan importantes que fue necesario hacer un nuevo corte S1-2ª. BRACA siguió rebrotando hasta finales de junio.

Las coberturas de las especies segadas en S2 (Fig. 1B) siguieron la misma tendencia que en S1 no disminuyendo hasta 20 días después de la siega, sin embargo la cobertura se mantuvo más o menos constante hasta finales de junio.

La capacidad de rebrote de cada especie en las distintas fechas de siega, expresada como porcentaje de superficie cubierta por planta viva, se representa en las Fig. 2A y 2B. Se

observó que todas presentaron unos porcentajes de cobertura por rebrotes mayores tras la primera fecha S1 que tras la segunda S2. Se observaron diferencias importantes entre especies, debido a las características de la propia especie y a una menor capacidad de rebrote de las especies segadas en estado fenológico más avanzado.

ERUVE fue la especie que alcanzó mayor porcentaje de cobertura por rebrote, llegando a valores medios cercanos al 75% en las parcelas segadas en S1, lo que supuso casi la totalidad de la cobertura; sin embargo la capacidad de rebrote en S2 fue mucho menor. RAPSA y BRACA tuvieron un comportamiento muy similar y rebrotaron con mayor rapidez que ERU cuando la siega fue más tardía, debido a que estas especies presentan un ciclo fenológico más largo. En las parcelas segadas en S2, BRACA alcanzó el mayor porcentaje de cobertura debido a rebrotes, llegando a valores que sobrepasaron el 30%. Por su parte SINAL mostró diferencias significativas con el resto de las especies en las dos fechas de siega, manteniendo niveles de rebrote muy bajos, tanto en S1 como en S2.

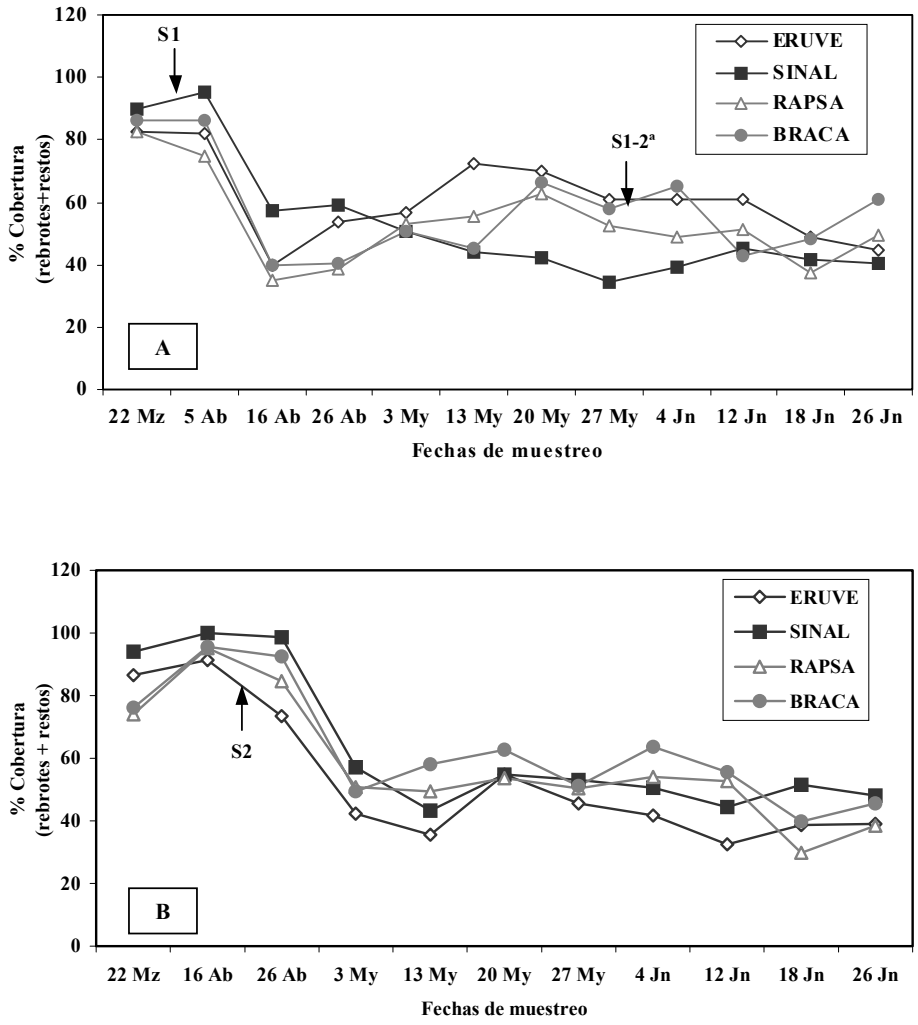


Figura 1. Evolución de la cobertura total (rebrotes + restos) de 4 especies crucíferas en dos fechas de siega S1 (26 de marzo) (A) y S2 (19 de abril) (B).

CONCLUSIONES

Todas las especies presentaron mayores rebrotes cuando las siegas fueron más tempranas. Las diferencias entre especies en cuanto a capacidad de rebrote parecen debidas tanto a la morfología y arquitectura de la propia planta, como a su ciclo vegetativo.

Eruca vesicaria fue la especie con mayor capacidad de rebrote cuando la siega fue más temprana y *Brassica carinata* cuando la siega fue más tardía, seguida de *Raphanus sativus*. A la vista de estos resultados no parece que un sistema de siega mecánica sea el mejor manejo para estas especies ya que la alta capacidad de rebrote podría llevar a una elevada competencia por agua con el olivo. Para manejar estas especies con un sistema de siega mecánica, sería necesario realizar mayor número de siegas o retrasar en lo posible la primera siega de manera que el avanzado estado fenológico no permita rebrotar, sin embargo para definir el momento crítico de siega harían falta estudios detallados del balance de agua en el suelo.

Sinapis alba se mostró con baja capacidad de rebrotar. Presentó un ciclo fenológico más corto que las anteriores. Por su alta producción de biomasa y persistencia de los restos en el suelo permitió una cobertura adecuada durante la primavera y principios del verano, de ahí que podamos considerar esta especie como apropiada para su manejo con un sistema de siega mecánica.

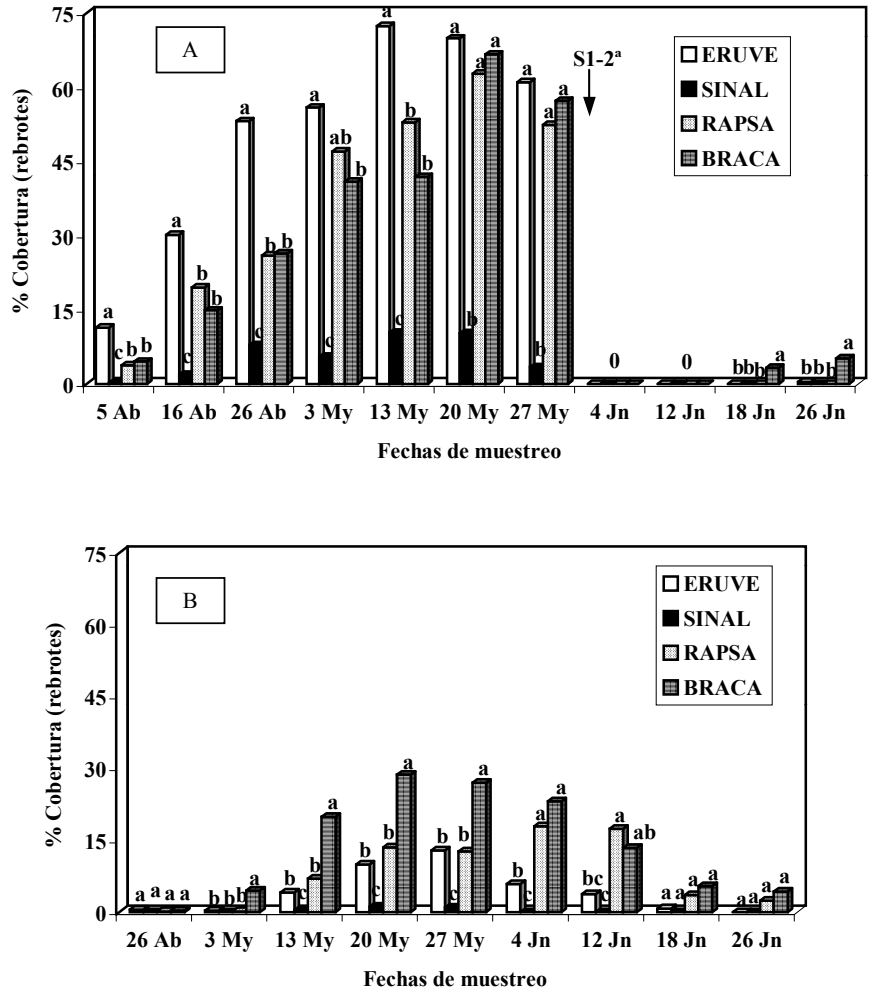


Figura 2. Evolución de los rebrotes tras las siegas de 4 especies crucíferas en dos fechas de siega distintas S1 (26 de marzo) (A) y S2 (19 abril) (B). Las columnas con la misma letra por fecha, no presentan diferencias significativas (LSD, $p< 0.05$).

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Mejora de la Calidad de la Producción de Aceite de Oliva por el soporte económico de este trabajo dentro del proyecto CAO019C52. A Andrés Gutiérrez y Emilia Espejo por su colaboración en la preparación de los ensayos y muy especialmente a Amalia Moreno y Francisca Pedregoso que realizaron las siegas y demás trabajos en campo así como a Trinidad Gutiérrez por su paciente lectura de las coberturas.

BIBLIOGRAFÍA

CASTRO, J. (1993). Control de la erosión en cultivos leñosos con cubiertas vegetales vivas. Tesis Doctoral. ETSIAM, Universidad de Córdoba. 241pp.

CIVANTOS, L. y TORRES, J. (1981). Ensayos sobre sistemas de mantenimiento de suelo en olivar. ITEA, 44, 38-43.

HUMANES, M.D. y PASTOR, M. (1995). Comparación de los sistemas de siega química y mecánica para el manejo de cubiertas de veza (*Vicia sativa* L.) en las interlíneas de los olivos. Actas del Congreso 1995 de la Sociedad Española de Malherbología. Huesca, España: 235-238.

LAFLEN, J.M.; AMENIYA, M. and HINTZ, E.A.. (1981) Measuring crop residue cover. Journal Soil and Water Conservation 33 (2): 341-343.

PASTOR, M. (1989a). Influencia de las malas hierbas sobre la evolución del contenido de agua en el suelo en olivar de secano. Proc. 4º EWRS Mediterranean Symposium. Valencia. Tomo 1, 41-50.

PASTOR, M. (1991). Estudio de diversos métodos de manejo del suelo alternativos al laboreo en el cultivo del olivo. Instituto de Estudios Giennenses. Diputación Provincial de Jaén. 302 p

Summary: Mechanical mown and ability to regrow of crucifer covers in olive orchards. The acreage of cover crops established in olive orchards is increasing considerably as an effective way to avoid soil erosion reduce, evaporation and to improve water infiltration at the same time. A good cover crops management implies the knowledge of how and when it should be mown before starting to compete for water and nutrients with olive trees. Cover crops set with four species of Brassicaceae family (*Eruca vesicaria* (L.) Cav., *Sinapis alba* L., *Raphanus sativus* L.y *Brassica carinata* A. Braun) have been studied to evaluate how they fit to mechanical mowning system and their ability to regrow after being mown on the 26th march (M1) and 19th april (M2). The four species studied showed more ability to regrow after early mown (M1). *E. vesicaria* reached the highest percentages of coverage by regrowth followed by *B. carinata* and *R. sativus*. *S. alba* showed low ability to regrow after M1 and M2, despite the fact that it fitted very well to the mechanical mowning system used.

Key words: cover crops, Brassicaceae family, mechanical mown, ability to regrow.

POSIBILIDADES DEL USO DE LA GRADA DE PÚAS FLEXIBLES EN CEREAL DE INVIERNO SOBRE *Papaver rhoeas* L. Y OTRAS ESPECIES DICOTILEDÓNEAS EN CATALUÑA

A. Cirujeda[1] y A. Taberner [1, 2]
[1] Departament d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria; Universitat de Lleida; Avda. Alcalde Rovira Roure 177; 25198 Lleida.
[2] Servei Sanitat Agrícola, Malherbologia; Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, Generalitat de Catalunya; Avda. Alcalde Rovira Roure 177; 25198 Lleida.

Resumen: En el presente trabajo se resumen diferentes características climáticas, de estado del suelo, tamaño de las hierbas y desarrollo del cultivo después del tratamiento de la grada de púas flexibles en 13 ensayos realizados entre los años 1998 y 2003 en diferentes campos de cereal en Cataluña y se relacionan con la eficacia de control de las malas hierbas. Coincide que en los ensayos de mayor eficacia durante y después de los tratamientos hacía sol y que no se registraron precipitaciones, como mínimo, en los siguientes 15 días. La eficacia generalmente fue mayor con de *Papaver rhoeas* L. de diámetros menores a 5 cm aunque también se encontraron buenos resultados con hierbas más grandes siempre y cuando el cultivo estuviera bien desarrollado y mostrase capacidad de competir. También se han observado eficacias finales muy similares partiendo de valores iniciales de eficacia muy diferentes. Esto ha sido provocado por condiciones climáticas desfavorables para las hierbas o que han estimulando nuevas nascencias y también por la competencia del cultivo. Los resultados obtenidos para *P. rhoeas* han sido muy similares a los observados para otras especies dicotiledóneas de raíz pivotante como *Lamium amplexicaule, Daucus carota, Anthemis arvensis, Lactuca serriola* y *Capsella bursa-pastoris* presentes en dos de los ensayos.
Palabras clave: competencia, humedad del suelo, eficacia, mortalidad natural, *Papaver rhoeas*.

INTRODUCCIÓN

La grada de púas flexibles se utiliza tanto en España como en los países del Norte de Europa básicamente por agricultores que producen de forma ecológica. Estos aperos no han tenido una extensa aceptación en España, donde los herbicidas siguen siendo el método más usado para el control de las malas hierbas. No obstante, existe un creciente interés por parte de productores de cereal convencional en combinar el uso de ésta con los herbicidas. También la creciente demanda de cereal ecológico por parte de ganaderos ecológicos motiva el estudio

de este apero que juntamente con la rotación y la preparación del terreno es la principal herramienta de la que se dispone para un desherbado en agricultura ecológica.

En los últimos años se han realizado diversos estudios en diferentes partes del país con el fin de conocer mejor el comportamiento de este apero en nuestras propias condiciones climáticas y edáficas, que son claramente diferentes a las del Norte de Europa. Han contribuido con sus aportaciones en este tema, entre otros, MOYANO *et al.* (1998), LEZAÚN *et al*. (2001), PARDO *et al*. (2001), CIRUJEDA (2001).

En las condiciones del Norte de Europa para el cultivo de cereal de invierno se aprecia la dificultad de encontrar un período seco en otoño e invierno con la consecuencia de que las plantas a eliminar son a menudo demasiado grandes para ser controladas (WILSON *et al.*, 1993). Intuitivamente, los factores importantes que influyen el control de las hierbas son suelo seco pero no duro, condiciones climáticas también secas preferiblemente con viento, hierbas pequeñas y, con el fin de asegurar una buena selectividad y una competencia que acabe de controlar las hierbas, un cultivo bien desarrollado después de realizar el desherbado. Dado que durante los últimos años se ha ido acumulando experiencia sobre los factores más limitantes para la eficacia de la grada de púas en cereal, en el presente trabajo se pretenden comprobar cuáles son las condiciones óptimas para la utilización de la grada de púas flexibles obteniendo la máxima eficacia. Cabe remarcar que las deseadas condiciones de sequía ambiental y del suelo (sin estar demasiado duro) son las contrarias a las necesarias para el control mediante el uso de herbicidas que requieren tempero o cierta humedad (AIBAR y ZARAGOZA, 1987).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han llevado a cabo un total de 11 ensayos en las localidades de la provincia de Lleida, Baldomar (La Noguera), Torrelameu (Segrià), Sanaüja (Segarra) y Lleida (Segrià) y 2 ensayos en Nalec (Anoia), provincia de Barcelona, en cultivo de cereal de invierno durante las campañas 1998-99 hasta 2002-03. En todos los casos se trató de campos homogéneamente infestados con amapola (*P. rhoeas* L.) resistente a herbicidas exceptuando la finca de Lleida, en agricultura ecológica, en donde se estudió un conjunto de 14 especies dicotiledóneas.

En la Tabla 1 se detallan la textura del suelo, la pedregosidad y la precipitación durante el ciclo de cultivo (de octubre a junio) así como la densidad inicial de las hierbas en cada una de las localidades y año.

La grada utilizada fue en todos los casos de marca Einböck con tres cuerpos de 1,5 metros de anchura, respectivamente. Cada 1,5 metros lineales de barra cuentan con 10 púas sumando un total de 60 púas por módulo y de 180 por la totalidad de la grada. Con el fin de facilitar la comparación entre localidades y años, se presentan los datos de los tratamientos realizados en post emergencia tan precoz como se pudo y con un único pase de grada en todos los años con la excepción de Baldomar en 2002-03, en el que se pasó dos veces debido a la nuevas nascencias producidas después del primer tratamiento.

Se realizaron conteos de plantas vivas antes del tratamiento y entre 16 a 90 días después del mismo, según el ensayo, coincidiendo con el encañado del cereal, después del cual no fue posible realizar más conteos. Para ello se utilizaron cuadros de 0.1 m^2 lanzados tres veces al azar por cada parcela o situados en 3 puntos fijos, según el ensayo. Las parcelas midieron según el ensayo 3 o 4,5 metros de anchura por 10 metros de longitud.

La eficacia se calculó en todos los casos teniendo en cuenta las plantas antes del tratamiento mediante la expresión siguiente: % eficacia = (1-Td / Ta) x 100, donde Td es el número de plantas en las parcelas después del tratamiento y Ta es el número de plantas antes del tratamiento.

Tabla 1: Características principales de las localidades en las que se realizaron los ensayos de grada de púas. Las especies consideradas son *Papaver rhoeas* en todos los casos exceptuando Lleida donde se consideró un conjunto de toda la flora de dicotiledóneas, entre las que dominaron *Lamium amplexicaule, Daucus carota, Anthemis arvensis, Lactuca serriola, P. rhoeas* y *Capsella bursa-pastoris*.

	Año	**Baldomar**	**Nalec**	**Torrelameu**	**Sanaüja**	**Lleida**
Tipo de suelo		Franco-arenosa	Franco-arcillosa	Franca	Franco-arcillosa	Franco-arcilloso
Pedregosidad		Baja	media	Elevada	baja	Baja
Densidad inicial (plantas m^{-2})	1998-99	51	240	75	-	-
	1999-00	77	139	453	-	-
	2000-01	36	263	-	314	-
	2001-02	127	-	-	-	266
	2002-03	230	-	-	-	367
Precipitación total (mm) Octubre – Junio	1998-99	421	253	298	-	-
	1999-00	338	295	273	-	-
	2000-01	372	262	-	350	-
	2001-02	321	-	-	-	257
	2002-03	436	-	-	-	325

RESULTADOS

Las observaciones de los detalles del estado del suelo al pasar la grada, tamaño de las hierbas y aspectos climáticos importantes, de la mortalidad natural de las hierbas al final del ciclo, así como las eficacias resultantes están descritos en la Tabla 2. Como se puede observar en dicha Tabla, las eficacias observadas fueron irregulares según el año independientemente de la localidad. Es destacable que situaciones muy diferentes llevaron a resultados finales parecidos. Esto se observó por ejemplo en los ensayos de Lleida 2001-02 y Baldomar 2001-02. En el primer caso, la eficacia inicial fue baja, debido al tamaño excesivo de las hierbas. La posterior competencia del cultivo, sembrado más denso de lo normal, incrementó la eficacia a un nivel muy elevado, el mismo conseguido en el ensayo de Baldomar 2001-02 sobre hierbas más pequeñas. Se observa también que aunque la competencia del cultivo sea fuerte, ésta no es suficiente si las hierbas son ya grandes en el momento del tratamiento (ensayos de Baldomar 1998-99, Sanaüja 2000-01 y Baldomar 2000-01).

Como se puede observar en la Tabla 2, las eficacias evolucionaron en el tiempo. Se encontraron ambas situaciones de descensos o aumentos de eficacia en el tiempo, según el año o ensayo. El motivo del descenso de la eficacia fue, en la mayoría de los casos, debido a que las hierbas enterradas lograron recuperarse. En tres ocasiones, esta disminución fue debida a nuevas germinaciones provocadas por el pase de la grada. Esto ocurrió en los ensayos de Nalec 1998-99, Torrelameu 1998-99 y Baldomar 2003.

En los ensayos de Lleida el control final de las demás especies fue muy elevado en ambos años, debido sobre todo a la fuerte competencia realizada por el cultivo. Las plantas supervivientes apenas desarrollaron semillas y su tamaño fue muy reducido.

Tabla 2: Relación de diversas características del suelo, de las hierbas, de la climatología después del tratamiento y del desarrollo del cultivo. Los datos están ordenados según eficacia final ascendente. Las letras se refieren a las localidades: N: Nalec, T: Torrelameu, B: Baldomar, L: Lleida.

		N99	**T99**	**B99**	**S01**	**B01**	**B03**	**N00**	**L03**	**N01**	**B00**	**B02**	**L02**	**T00**
Estado del suelo	Muy seco	*									*			
	Seco		*	*			*	*		*				
	Témpero								*			*	*	*
	Húmedo				*	*								
Tamaño amapolas (cm de diámetro)	0.7-3		*					*		*	*			*
	1-3	*												
	1-5											*		
	1-7													
	3-5				*	*	*		*				*	
	3-8			*										
Estado del cultivo (BBCH)	13-14													*
	13-21	*												
	21-22		*				*	*						
	22-23				*	*					*			
	23-24			*					*	*		*	*	
Climatología después del tratamiento	Varios días de sol y viento; después lluvias.						*		*					
	Humedad pocos días después del tratamiento.				*	*								
	Varios días de sol; después, sequía durante más de 15 días.	*	*	*				*		*	*	*	*	*
Desarrollo del cultivo después del tratamiento	No está bien establecido, nascencia irregular por sequía.									*				
	Compite poco; está pequeño, hace aún frío o falta humedad.		*				*	*			*	*		*
	Compite bien más adelante.	*										*		
	Compite fuertemente.			*	*	*			*				*	
	Está mal establecido y compite poco por la sequía.		*				*	*		*	*			*
Eficacia (%)		70-10	86-40	53	22-61	60-64	60-67	94-72	61-73	83-77	90-85	90-86	30-90	91-99
Días tras tratamiento		22-35	25-54	36	23-50	16-44	37-68	16-50	38-71	17-66	12-50	16-90	24-50	8-96
Mortalidad natural al final de ciclo de cultivo (%)		11	53	16	38	65	11	36	45	48	72	24	70	68

DISCUSIÓN

Los ensayos en los que se han encontrado las eficacias más elevadas fueron Baldomar 1999-2000, Baldomar 2001-02, Lleida 2001-02 y Torrelameu 1999-2000 (Tabla 2). Las características comunes en estos casos fueron que se pasó el apero sobre suelos secos o témperos, los tamaños de amapola fueron pequeños (exceptuando Lleida 2002 en el que la fuerte competencia probablemente compensó un mayor tamaño de la amapola) y ambiente seco y caluroso durante al menos 15 días después del tratamiento. Sorprende que la competencia del cultivo poco después del tratamiento no parece ser importante siempre y cuando las amapolas fueran pequeñas al momento del pase de la grada.

También cabe comentar que en los otros ensayos, si bien la eficacia era inferior al 85% en la evaluación final, la población de amapola o de especies dicotiledóneas quedó muy reducida a finales de ciclo debido a una fuerte competencia final. Esto fue especialmente evidente en los ensayos de Sanaüja 2000-01 y Lleida 2002-03. En el caso de Baldomar 2002-03 no está reflejada una importante mortalidad final que se produjo debido a la sequía en marzo. En Baldomar 2000-01 una helada tardía también disminuyó la densidad de *P. rhoeas* a finales de ciclo sin que ello se pudiera contabilizar.

CONCLUSIONES

El factor más limitante observado para el control de *P. rhoeas* exclusivamente utilizando la grada de púas flexibles ha sido el tamaño de la planta que al superar los 5 cm de diámetro, aproximadamente, presentaba un sistema radicular pivotante engrosado que dificultaba un control mecánico de las mismas. Otro factor que parece clave para el control de las diversas especies dicotiledóneas encontradas incluyendo *P. rhoeas* es que las condiciones climáticas durante y varios días después del tratamiento sean secas y calurosas. Si no se cumplen estas condiciones, no obstante, se ha observado que la competencia del cultivo a finales de ciclo o también condiciones de sequía pueden reducir notablemente la densidad de *P. rhoeas* que hayan sobrevivido al tratamiento. No se han observado dificultades importantes de utilización de la grada en terrenos moderadamente pedregosos. Terrenos bien nivelados facilitan la eficacia de la grada. Teniendo en cuenta las eficacias obtenidas, se considera que este apero debe ser utilizado en combinación con otras técnicas de cultivo como podría serlo la rotación de cultivos, los retrasos de siembra, el laboreo etc. La utilización de la grada de púas como un mero sustituto del herbicida resulta frecuentemente demasiado poco eficaz.

BIBLIOGRAFÍA

AIBAR, J.; ZARAGOZA, C. (1987) Estimación de las ocasiones favorables para realizar tratamientos herbicidas en cereales aplicando datos meteorológicos. ITEA 71, 41-54.

CIRUJEDA, A. (2001) Integrated management of herbicide resistant *Papaver rhoeas* L. populations. Tesis Doctoral, Universitat de Lleida, pp. 273.

LEZAÚN, J.A.; LAFARGA, A; & ARMESTO, A.P. (2001) Control de las malas hierbas por métodos no químicos. *Actas de la IX Reunión del Grupo de Trabajo de Malas Hierbas y Herbicidas*, Jerez de la Frontera, España, 2001, 33-35.

MOYANO, A.; BENITO, M.; CARRAMIÑANA, N.; & CIRIA, Mª P. (1998) Control mecánico de malas hierbas y su efecto sobre la producción de cebada y trigo en Soria. *Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)*, 129-134.

PARDO, G.; VILLA, F.; AIBAR, J.; & ZARAGOZA, C. (2001) Control de flora arvense y daños causados al cereal por una grada de varillas flexibles según la profundidad de trabajo y el número de labores efectuadas. *Actas del XX Grupo de Trabajo Español "Malas hierbas y Herbicidas",* Jerez de la Frontera, España, 37-41.

WILSON, B.J.; WRIGHT, K.J.; & BUTLER, R.C. (1993) The effect of different frequencies of harrowing in the autumn or spring on winter wheat and on the control of *Stellaria media* (L.) vill., *Galium aparine* L. and *Brassica napus* L. *Weed Research* **33**, 501-506.

Summary: Mechanical control of herbicide resistant *Papaver rhoeas* L. with a tine weed harrow: Different climatic characteristics, soil type, weed size and crop development after weed harrowing in 13 field trials conducted between 1998 and 2003 on winter cereal in Catalonia are related with the control efficacy. In the experiments with highest efficacy no rainfall occurred at least 15 days after treatment and sun shined during and after the treatments. Efficacy was generally higher with *Papaver rhoeas* L. of less than 5 cm diameter although high control was also found with bigger plants provided that the crop was well-developed and showed ability for competition. Similar final control efficacy values were observed starting from different initial efficacy values. This was caused by non-favourable meteorological conditions for the weeds or which stimulated new germination and by crop competition. The results obtained for *P. rhoeas* have been similar to the ones observed for other dicotyledons with tap root as *Lamium amplexicaule, Daucus carota, Anthemis arvensis, Lactuca serriola* and *Capsella bursa-pastoris* present in two of the trials.

Key words: competition, soil moisture, efficacy, natural mortality, *Papaver rhoeas*.

COMPARACIÓN DE DIFERENTES SISTEMAS DE ESCARDA EN CULTIVO DE TOMATE

M. Suso [1], A. Pardo [1], J. Hernández [2], F. Villa [2], S.Fernández-Cavada [2], C. Zaragoza [2]
[1] CIDA. Gobierno de La Rioja. 26071 Logroño. agro.cida@larioja.org
[2] Dpto. de Agricultura. Gobierno de Aragón. Apdo. 727. 50080 Zaragoza. carza@aragb.es

Resumen: Se han realizado dos ensayos en Logroño y Zaragoza para comprobar la eficacia sobre las malas hierbas y la incidencia en la producción de tomate de diversas técnicas de control de malas hierbas: 1) testigo escardado a mano o con herbicida sistémico, 2) dos pases de una máquina de cepillos, 3) pases de termodesherbador a propano, 4) acolchado con plástico negro, 5) acolchado con plástico negro y herbicida con trifluralina + napropamida y 6) empajado orgánico con hojas y tallos de *Artemisia absinthium*. Las mayores cosechas se obtuvieron con los acolchados plásticos, así como el mejor control de las malas hierbas, quedando por debajo la piroescarda y el cepillado mecánico cuyo control ha sido muy deficiente. El empajado con *Artemisia* dio un resultado similar al testigo pero con más requerimientos.
Palabras clave: piroescarda, cepillado, acolchado, ajenjo.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han desarrollado métodos físicos para el control de malas hierbas por su interés en agricultura ecológica y en producción integrada. Así, la piroescarda con termodesherbadores (empleo selectivo del calor para la eliminación de malas hierbas), la labor superficial de los cepillos giratorios entre las líneas de cultivo y los acolchados, con plástico opaco a la luz o con restos vegetales, son sistemas aceptados por los reglamentos de agricultura ecológica. La cubierta con restos vegetales de plantas con propiedades alelopáticas, comprobadas *in vitro* como *Artemisia absinthium* L. (BARA *et al*., 1999), tiene especial interés para su empleo en horticultura. Sin embargo, no existen suficientes estudios comparativos entre distintos sistemas que pongan en evidencia sus ventajas e inconvenientes (LEROUX *et al*., 2000; BÁRBERI, 2002).

En este trabajo se describen dos ensayos de distintos sistemas de escarda realizados en tomate de industria, cultivado en Logroño y Zaragoza, para estudiar su eficacia en el control de malas hierbas y su incidencia en la producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

1- Ensayo en Valdegón (Logroño)

El trasplante de tomate se realizó el 16/5 con la variedad 'ZU-279' a dos plantas por cepellón, plantadas a 35 cm entre cepellones y una línea por meseta de 1,5 m entre ejes. La fertilización se realizó a través del sistema de riego por goteo.

Se ensayaron cinco sistemas de escarda: 1) Testigo desnudo: dos escardas manuales, 2) Cepillado mecánico: dos pases entre las líneas de una máquina de cepillos rotativos de eje horizontal (marca Bärtschi-Fobro, mod. Brush Hoe type 500, de Hüswil, Suiza) 3) Piroescarda: un pase entre las líneas con termodesherbador manual a propano (quemador de 37x13 cm, marca Agrironco de Tecnasa, Madrid) a velocidad de 0,5 km/h (consumo: 47,5 MJ/h), 4) Acolchado plástico: mediante PE negro de 25µ, y 5) Acolchado y herbigación; con plástico negro como en 4) y tratamiento con trifluralina 48% (1,2 l//ha) + napropamida 45% (3,5 l/ha) aplicados a través del riego por goteo. Todos los tratamientos se escardaron manualmente una vez.

El ensayo se dispuso en bloques al azar con parcelas de 4 líneas de tomate (6m x 10m) y tres repeticiones. Los controles de malas hierbas y plantas de cultivo se realizaron en 3 m^2 por parcela elemental. La cosecha se realizó el 19/9 en los tratamientos con suelo acolchado y el 26/9 en los de suelo desnudo. Se cosecharon 15 m lineales por tratamiento.

Los datos se procesaron con el programa informático Systat 7.0 para realizar el análisis de varianza y la comparación de medias.

2- Ensayo en Montañana (Zaragoza)

El trasplante se realizó el 21/5 con la variedad 'Perfectpeel' plantada a 20 cm entre plantas y una línea por meseta de 1,5 m entre ejes. La fertilización se realizó mediante abonado de fondo y foliar. Se ensayaron cinco sistemas: 1) Testigo desnudo: con un tratamiento de glifosato 36% por impregnación localizada con aplicador de fieltro (concentración 2,5%) y una escarda manual, 2) Cepillado mecánico: mediante dos pases de la máquina de cepillos rotativos descrita entre las líneas, 3) Piroescarda: con 5 pases del termodesherbador descrito, 4) Acolchado plástico: mediante PE negro de 15µ de grosor y tratamiento con glifosato por impregnación localizada como en 1), y 5) Empajado con *Artemisia*: mediante la cobertura de 35 cm a ambos lados de la línea de plantas con hojas y tallos de *A. absinthium* (20 cm de grosor, 1600 g/m^2). Se cubrió dos veces durante el cultivo y se complementó con dos escardas manuales.

El ensayo se dispuso en bloques al azar con parcelas de 1 línea de tomate (12m x 1,5m) y cuatro repeticiones. Los controles de las malas hierbas y cultivo se realizaron como se ha descrito anteriormente. La cosecha se realizó el 3/9 en todo el ensayo. Se cosecharon 48 m lineales por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valdegón

Los resultados obtenidos, se resumen en la Tabla 1.

La densidad de malas hierbas que se presenta son medias de cuatro conteos del 6/5 al 20/6. Las especies de malas hierbas más representativas en el testigo a lo largo del cultivo fueron: *Convolvulus arvensis, Urtica dioica, Stellaria media, Sonchus asper, Chenopodium album*, y *Veronica persica.*

Tabla 1. Producción de tomates comerciales, % madurez, componentes del rendimiento y densidad de malas hierbas en los diferentes tratamientos de Valdegón.

Tratamiento	Tomates comerciales				Malas hierbas
	% maduros	t/ha	g/fruto	frutos/m^2	plantas/m^2
Testigo desnudo	79 b	43,7 b	52	84 b	13
Cepillado mecánico	80 b	63,1 ab	52	122 ab	11
Piroescarda	87 a	64,5 ab	51	125 ab	9
Acolchado plástico	76 bc	93,9 a	52	181 a	4
Acolchado herbigación	74 c	90,3 a	54	168 a	4

Cifras con letras distintas difieren significativamente en test LSD ($p<0,05$).

Antes de la cosecha se produjo un ataque de mildiu en este ensayo que afectó, sobre todo, a las parcelas en suelo desnudo, que estaban más atrasadas.

2. Montañana

Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 2.

La densidad de malas hierbas que se presenta son medias de tres conteos del 7/6 al 12/7. Las especies de malas hierbas más representativas a lo largo del cultivo fueron: *Cyperus rotundus*, *C. arvensis, C. album, Portulaca oleracea, Amaranthus blitoides*, y *Xantium strumarium*.

Tabla 2. Producción de tomates comerciales, % madurez, componentes del rendimiento y densidad de malas hierbas en los diferentes tratamientos de Montañana

Tratamiento	Tomates comerciales				Malas hierbas/ m^2	
	% maduros	t/ha	g/fruto	frutos/m^2	*Cyperus*	Anuales
Testigo desnudo	90	77,4 bc	62	130 ab	92	22
Cepillado mecánico	94	57,6 c	66	91 c	114	22
Piroescarda	93	61,8 bc	59	113 bc	161	11
Acolchado plástico	94	98,1 a	61	168 a	49	2
Empajado de *Artemis*ia	95	81,8 ab	63	133 ab	55	15

Cifras con letras distintas, difieren significativamente en el test LSD ($p < 0,05$).

La infestación de *C. rotundus* complicó la escarda en este ensayo obligando a repetir la piroescarda (que estimuló su emergencia) y tratar con glifosato en el testigo y en el acolchado plástico.

CONCLUSIONES

Las mayores cosechas se han obtenido con el acolchado plástico en los dos ensayos (la herbigación resultó superflua), así como el mejor control de malas hierbas, quedando por debajo la piroescarda y el cepillado mecánico en un control muy deficiente. Estos métodos son algo engorrosos y requieren una labor precisa para no perjudicar al cultivo. El empajado orgánico de *Artemisia* dio un resultado similar al testigo, pero tuvo muchos requerimientos (mano de obra y biomasa). Es necesario repetir los ensayos ya que los resultados pueden variar según el año y la zona.

BIBLIOGRAFÍA

LEROUX G., DOUHÉRT J., LANOUETTE M. 2000. Pyrodésherbage dans les cultures de maïs. En Vincent C. (Coord..) La lutte physique en phytoprotection. INRA. Paris. 41-55.

BARA S., ZARAGOZA C., VALDERRÁBANO J. 1999. Efecto alelopático y antihelmíntico de *Artemisia absinthium*. Actas Congreso Sociedad Española de Malherbología. Logroño, 233-240.

BÁRBERI P. 2002. Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues? Weed Research 42, 177-193.

Summary: Different weed control systems in tomato crop

To assess the weed control effectivity and the influence on canning tomato yield six different systems were tested in Logroño and Zaragoza (Spain): 1) handweed or systemic herbicide applied check, 2) two passes of a powered horizontal brush weeder, 3) passes of propane flame weeder, 4) black plastic mulching, 5) black plastic mulching with trifluraline + napropamide herbigation and 6) organic mulching with *Artemisia absinthium* leaves and stems. The higher tomato yields and the best weed control were obtained with plastic mulchings, flame and brush weeding had lower performances. *Artemisia* mulching gave similar results as the control check but with more requirements.

Key words: Flaming, brush hoe, plastic mulching, absinth wormwood.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

CULTIVOS DE COBERTERA EN VIÑA

J. Esteve
Codorníu, S.A. 25111 Raimat. j.esteve@codorniu.es

Resumen: Los cultivos de cobertera facilitan la disponibilidad del agua y los nutrientes a la viña, pero compiten por el agua y los nutrientes. Pueden albergar insectos beneficiosos depredadores de algunas plagas, pero también atraen otras plagas. Reducen el crecimiento de algunas malas hierbas mediante fenómenos de competencia y alelopatía, de la misma forma que lo pueden hacer con la viña. Disminuyen los costes de laboreo, fertilización y tratamientos pesticidas, pero aumentan los de siembra y manejo. El éxito o el fracaso en el uso de un cultivo de cubierta lo determinará la elección y correcto manejo de este. No existe una fórmula mágica porque el resultado final es una combinación de todos los factores, por esto es necesario un perfecto conocimiento de las condiciones de cultivo, del suelo y clima, de la viña, y de las potenciales especies vegetales a utilizar.
Palabras clave: cubierta, sostenible, competencia, erosión, fertilidad

INTRODUCCION

Con el empleo de un cultivo de cobertera se puede contribuir a un cultivo de la vid más ecológico y natural. Entre los muchos aspectos beneficiosos producidos por los cultivos de cubierta, cabe destacar una mejora en la estructura y fertilidad del suelo, reducción de la erosión, incremento de la diversificación del ecosistema de la viña, y supresión de algunas malas hierbas. Sin embargo, aumentan la competencia por el agua y los nutrientes, y pueden atraer algunos insectos no deseables.

El éxito de su uso vendrá determinado por la elección de la especie vegetal a emplear como cubierta, así como su manejo, no existiendo una formula común para todos los casos. Hay que tener un perfecto conocimiento de las condiciones de cultivo y de las potenciales especies a utilizar para conseguir todas las ventajas deseadas.

Durante los últimos años, las prácticas culturales realizadas en los viñedos de las mejores zonas vitivinícolas del mundo han cambiado significativamente. Los viticultores de estas zonas emplean menos pesticidas y otros "inputs", como fertilizantes y mano de obra, como respuesta a las preocupaciones que los consumidores tienen sobre la calidad de los alimentos y el medio ambiente. Cada vez más son los esfuerzos de esta industria vitivinícola en implantar el Control

Integrado de Plagas, la producción de uva certificada orgánicamente y el cultivo de la vid aplicando principios agrícolas biodinámicos. Estos planteamientos forman parte de una nueva "Agricultura Sostenible".

Los cultivos de cobertera son un componente importante en el manejo de la explotación vitícola para esta "Viticultura Sostenible". Una o varias especies vegetales, generalmente gramíneas, leguminosas o una mezcla de ambas, son sembradas o simplemente gestionadas entre las líneas de la viña. Es necesario señalar que estas especies se cultivan con el fin de aprovechar los beneficios que estas producen en la viña, pero en ningún caso se persigue obtener una segunda cosecha. Los cultivos cobertera se clasifican según sea su época de siembra, la especie vegetal empleada y el manejo de esta.

Históricamente, el uso de cubiertas vegetales en viña se ha venido utilizando por proporcionar múltiples efectos beneficiosos. Por ejemplo, son empleados para reducir la erosión, mejorar la estructura del suelo, suprimir el crecimiento de malas hierbas e incrementar la población de depredadores contra algunas plagas y enfermedades (BUZO *et al.*, 1990; PRICHARD, 1990; TIMM, 1990). Además, pueden proporcionar nitrógeno y aumentar la disponibilidad de otros nutrientes para las cepas, mejorar la infiltración del agua, y reducir la reflexión de los rayos del sol desde el suelo. Sin embargo, desventajas en el uso de cultivos de cubierta incluyen mayor competencia por agua y nutrientes, posible alelopatía, y el coste de establecimiento y de mantenimiento (PURCELL, 1990; SHRIBBS y SKROCH, 1986; ESTEVE 1992).

MATERIAL Y MÉTODOS

En las fincas de CODORNIU, S.A. existen experiencias de distintos tipos de manejo del suelo.

Sobre la zona central de las calles en viñas de secano se utiliza generalmente el cultivo mecánico. Se ha ensayado durante 3 años un cultivo de cobertera interlíneas con especies anuales (cebada). En viñas de regadío por aspersión y riego localizado lo más habitual es dejar una cubierta vegetal de especies autóctonas controladas con herbicidas selectivos. En nuestros ensayos, hay uno de un cultivo de cobertera con especies anuales (cebada y centeno) y otro de un cultivo de cobertera con dos combinaciones de especies plurianuales: una de gramíneas perennes y otra de gramíneas y leguminosas perennes.

En cuanto al mantenimiento intercepas, debajo de las filas, por lo general se utilizan herbicidas selectivos. Se han ensayado alternativas como el cultivo intercepas, segadoras intercepas y mulching.

Cada una de estas experiencias persigue objetivos distintos, como son, eliminación de la competencia, incremento de la competencia, reducción de la erosión, reducción de la compactación y mejora de la infiltración, reducción de costes, mejora de la fertilidad, etc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Mejora de la estructura del suelo

Los efectos de los cultivos de cubierta en la erosión tiene sus obvias ventajas. Las raíces de la viña y de la cubierta vegetal proporcionan casi una perfecta protección contra el viento, la lluvia y el riego. Esta masa radicular mejora la penetración del agua debido a los canales que

estas forman en el suelo, con lo cual también se ve reducida la escorrentía. En viñas con cubiertas vegetales se ha observado un incremento de la infiltración del agua debido a la mejora de la estructura del suelo junto con una reducción del impacto de las gotas de lluvia y de la velocidad de escorrentía (ECKERT *et al*., 1991; NADERMAN, 1991; SHRIBBS y SKROCH, 1986).

2. Mejora de la fertilidad

Contrariamente a la creencia común, fertilidad no es sinónimo de cantidad de nutrientes en el suelo, aunque este sea un factor importante. Además, un suelo para ser fértil debe poseer unas características físicas determinadas, acidez, materia orgánica y suficiente humedad. Los cultivos de cobertera pueden mejorar la fertilidad de los suelos al incrementar los niveles de materia orgánica, fijar nitrógeno de la atmósfera y reciclar otros nutrientes que de otra forma se perderían.

Estudios realizados en distintos tipos de suelos y clima con el objetivo de incrementar la materia orgánica, concluyen que el aumento más significativo de esta es obtenido por los cultivos de cubierta que producen la mayor cantidad de materia seca, independientemente de si son leguminosas o gramíneas (CALEGARY, 1991; DORAN y SMITH, 1991; HARGROVE y HOYT, 1986). Sin embargo, la conversión más rápida a materia orgánica es conseguida por especies con un bajo ratio C/N, tal como se da en las leguminosas.

Originalmente, los cultivos de leguminosas eran casi exclusivamente sembradas por su poder de fijación de nitrógeno atmosférico. No obstante, mediante el uso de especies leguminosas se puede reducir también el lavado de nutrientes y contribuir a la mineralización del nitrógeno (CALEGARY, 1991) La máxima cantidad de nitrógeno fijado por la mayoría de especies se da durante la plena floración, cuando la materia seca producida es también máxima, siempre y cuando haya habido una correcta inoculación de bacterias nitrificantes (CHRISTENSEN, 1990a). Por ejemplo, BLEVINS, EBELHAR y FRYE (1984) comprobaron que una cubierta de *Vicia villosa* L. aportaría al suelo una cantidad equivalente de 90-100 Kg de nitrógeno por hectárea. Para que el nitrógeno aportado por el cultivo de cubierta sea efectivo en el crecimiento vegetativo de las cepas, es necesario que sea mineralizado. Factores como el grado de incorporación en el suelo, temperatura del suelo, régimen hídrico y actividad microbiana son vitales para una óptima mineralización (DORAN y SMITH, 1991).

Una cubierta vegetal puede también reducir los niveles de nitrógeno en la parte superior del suelo; aunque, cuando esta es incorporada al suelo, el nitrógeno es disponible de nuevo. Por esta razón, es muy importante el seguimiento de la mineralización y nitrificación de la masa vegetal enterrada para un óptimo manejo.

3. Control de plagas y malas hierbas

En general, los cultivos de cubierta proporcionan mayor diversidad biológica en la viña lo cual contribuye al control de algunas plagas. Sin embargo, la complejidad de los distintos cultivos de cubierta asociado con las interacciones de estos con otros sistemas biológicos, como otras hierbas, plagas y enfermedades, hacen que este tipo de investigación requiera mucho más tiempo de lo normal. Las investigaciones sobre diversificación del agro-ecosistema discuten en primer lugar con los teóricos balances entre poblaciones de fitófagos y entomófagos, entre monocultivos y policultivos, y entre herbívoros y enemigos naturales (SHEEHAN, 1986)..

Hay claros ejemplos de éxito en el uso de cultivos de cubierta para controlar algunas plagas. Un estudio realizado en la Universidad de Riverside, muestra que algunos de estos cultivos reducen las poblaciones de nemátodos. Estos cultivos de cubierta generan poderosos

componentes químicos que los protegen de la presencia de ciertos nemátodos (BRYANT, 1991). Otros estudios demuestran una reducción en el número de insectos y ácaros fitófagos con la siembra de cultivos de cubierta (NORRIS, 1986; SHRIBBS y SKROCH, 1986; TIMM, 1990). De la misma forma que el cultivo de cubierta atrae poblaciones de insectos beneficiosos, también puede albergar algunas plagas de insectos y vertebrados que pueden ser dañinos para la viña (STRIEGLER, 1992).

Algunos cultivos de cubierta pueden restringir el crecimiento de malas hierbas. Esta interferencia puede ser competitiva o alelopática. Una planta puede crear su propio nicho por alelopatía, asegurando así su supervivencia (RICE, 1979). El uso de la alelopatía para el control de malas hierbas puede parecer poco importante en estos momentos debido a la precariedad de las investigaciones. Sin embargo, las primeras experiencias muestran que puede ser una alternativa de futuro al control de malas hierbas (DOLL, 1980). Por contra, algunas malas hierbas son más competitivas que los cultivos de cubierta y son estos una fuente potencial de compuestos aleloquímicos en contra de la propia viña (ESTEVE, 1992).

4. Riesgo de heladas

En muchas zonas vitícolas existe un elevado riesgo de que las heladas primaverales puedan afectar la brotación de aquellas variedades de uva más tempranas. Se sabe que los suelos desnudos, compactados y húmedos acumulan más calor que aquellos que tiene una cubierta vegetal sin segar. La diferencia entre ambas estrategias de gestión del suelo puede significar hasta 2ºC adicionales de protección. Para evitar este inconveniente, durante la brotación de la viña, se suele segar la cubierta a ras de suelo; y en algunos casos se suele sembrar sólo las filas alternas.

5. Interferencia con la viña

Muchas experiencias muestran que el uso de un cultivo de cubierta, gramínea o leguminosa, incrementa el consumo de agua, lo que implica una mayor competencia por la humedad (ATKINSON y THOMAS, 1984; JORDAN, 1982); aunque a menor densidad de plantación y mayor edad, menor es la sensibilidad de ésta al estrés hídrico (BLACK y MITCHELL, 1970; PRICHARD, 1990; SHRIBBS y SKROCH, 1986).

La competencia por el agua hace que el uso de cubiertas vegetales en viñas de secano (como la gran mayoría de la viña en España) sea una práctica de gran riesgo, ya que según sea la pluviometría de una año determinado, toda el agua que ha sido transpirada por la cubierta vegetal puede ser más tarde, en verano, necesaria para llevar la cosecha a buen fin. Por el contrario, puede ser de gran utilidad cuando se dispone de agua de riego. Con el uso de una cubierta vegetal y con una buena gestión del riego, se puede mantener la viña bajo un estrés hídrico controlado; muy importante durante la fase de maduración de la uva. Así, cuando se producen las típicas tormentas de verano, que inducen a un crecimiento incontrolado de la baya del racimo, la cubierta vegetal actúa como secante, favoreciendo un mejor control del crecimiento del fruto. También resultan muy útiles para controlar el exceso de vigor en tierras excesivamente fértiles (AMEDULLAH, 1982). En viticultura, exceso de vigor es sinónimo de mala calidad; ya que induce sombra a las propias hojas y a las uvas, incrementa la presión de plagas y enfermedades, y favorece el crecimiento de la baya, reduciendo la relación piel/pulpa, tan importante en variedades tintas.

La competencia por elementos nutritivos también ha sido considerado como uno de los aspectos más negativos (ZIMDAHL, 1980). Puede darse competencia por cualquier nutriente requerido para el crecimiento de la planta, aunque el nitrógeno es el más limitante de todos ellos

(DONALD, 1963). Por esta razón, es preferible el empleo de especies leguminosas o mezclas de ambas con el fin de aportar nitrógeno al suelo. De la misma forma que ocurría con el agua, el uso de especies gramíneas puede ser interesante en aquellas viñas excesivamente fértiles.

6. Costes

Los costes de siembra y mantenimiento de los cultivos de cubierta son muy variables entre explotaciones y tipos de cubiertas empleadas. Entre las distintas categorías existen cultivos de cubierta temporales, que hay que sembrar anualmente o cada dos años; perennes, que generalmente se autosiembran; y vegetación residente controlada con herbicidas selectivos (BLAKE, 1988). En algunas explotaciones vitícolas, para reducir su coste, siembran filas alternas cada año, cultivando la otra fila. Cada uno de ellos debe adaptarse a condiciones determinadas según sean los fines perseguidos, lo que conlleva distintos costes.

En nuestras experiencias, con el uso de cultivos de cobertera los costes generales de explotación de la viña se ven incrementados. Cuando se opta por mantener la vegetación residente, durante los primeros años del establecimiento de la cubierta, hay una mayor presencia de malas hierbas altamente competitivas, tipo *Cynodon dactylon* L. o *Sorghum halepense* L., lo que implica un mayor uso de herbicidas selectivos; con el tiempo, otras gramíneas y leguminosas perennes acaban imponiéndose haciendo más difícil el establecimiento de estas especies no deseadas. Cuando la cubierta que se siembra es permanente (distintas combinaciones de gramíneas y leguminosas perennes) hay que considerar el elevado coste de la preparación del terreno, el coste de la semilla y el tratamiento de las especies invasoras. Si la siembra es anual o bianual, los mismos costes de siembra y siega aún son mayores.

No obstante, hay una serie de costes no medibles que son los que realmente hacen interesante este sistema de cultivo: Coste provocado por la erosión, coste generado por la mejora de la fertilidad, coste de una menor compactación del suelo, coste de un mejor control del vigor de la vid, coste de oportunidad al poder entrar a tratar después de una lluvia, etc (CHRISTENSEN, 1990b; HOFSTETTER, 1988; SHRIBBS y SKROCH, 1986).

En uno de los proyectos de investigación que estamos realizando, hemos seleccionado distintas especies exclusivamente por su bajo porte, lo que reduce los pases de segadora de 5 a 1. En este caso, puede que sea más rentable el uso de la cubierta vegetal respecto al cultivo tradicional.

CONCLUSIONES

Nuestras experiencias en el uso de cubiertas vegetales en viña nos ha llevado a las siguientes conclusiones:

1. En viñas de secano, salvo excepciones, descartamos completamente su uso. El agua es el principal factor limitante y hay que gestionar la viña para evitar que se pierda una sola gota. Efectos beneficiosos de la cubierta vegetal se pueden conseguir por otros medios: subsolado, compost, paja, etc
2. En viñas de regadío, su uso es altamente recomendado. Aparte de las innumerables ventajas sobre el control de la erosión, reducción de la compactación, mejora de la fertilidad, etc. Su uso se hace especialmente interesante para la mejora cualitativa de los vinos, vía reducción del vigor de la viña y control del estrés hídrico.

BIBLIOGRAFIA

AMEDULLAH, M. (1982). Cover crop management for Washington vineyards. In: Crop Production Using Covercrops and Sods as Living Mulches. Miller J.C. and S. M. Bell (Eds.).Oregon State University Press, Oregon.

ATKINSON, D. and C. THOMAS. (1984). The influence of cultural methods on the water relations of fruit trees. In: Acta Horticulturae 171. Atkinson, D. and H.G. Jones (Eds.). pp 371-82. ISHS, Leiden.

BLACK, J.D.F. and P.D. MITCHELL. (1970). Soil water use from an apple orchard undervarious soil management systems. Austral. J. Expe. Agr. Animal Husb. 10: 209-13.

BLAKE, P.R. (1988). Cover crops for erosion control in Napa County vineyards. 40th Annual California Weed Conference, Sacramento, CA.

BLEVINS, R.L.; EBELHAR, S.A. and W.W. FRYE. (1984). Nitrogen from legume cover crops for no-till tillage corn. Agr. J. 76: 51-5.

BRYANT, D. (1991). Cover crops to curb nematodes in vineyards and orchards. California-Arizona Farm Press. 5:18-9.

BUZO, T.; S. KAKU and M.V. MCKENRY. (1990). Impact of nematode species and various cover crops on growth of adjacent grapevines. 42nd Annual California Weed Conference, San Jose, CA.

CALEGARY, A. (1991). Effects of winter cover crops on corn yield in Paraná, Brazil. In: Covercrops for clean water. W.L. Hargrove (Ed.). pp 15-22. Soil and Water Conservation Society.Ankeny (Iowa).

CHRISTENSEN, P. (1990a) Managing cover crops in vineyards. Proceedings of the San Joaquin Valley Grape Symposium. pp.1-4.

CHRISTENSEN, P. (1990b). Vegetation management in San Joaquin Valley vineyards. 42nd Annual California Weed Conference, San Jose, CA.

DOLL, J.D. (1980). Allelopathy: could we use it to fight weeds. American Society of Agronomy 32: 5-6.

DONALD, C.M. (1963). Competition among crop and pasture plants. In: Advances in Agronomy. A.G. Norman (Ed.). pp 1-118. Academic press, New York. DORAN, J.W., M.S. SMITH. (1991). Role of cover crops in nitrogen cycling. In: Cover crops for clean water. W.L. Hargrove (Ed.). pp 85-90. Soil and Water Conservation Society. Ankeny (Iowa).

ECKERT, D.J.; W.M. EDWARDS; R. LAL and E. REGNIER. (1991). Expectations of cover cropsfor sustainable agriculture. In: Cover crops for clean water. W.L. Hargrove (Ed.). pp 1-10. Soil and Water Conservation Society. Ankeny (Iowa).

ESTEVE, J. (1992). Interaction between 'Berber' orchard grass (Dactylis glomerata L.) and Cabernet Sauvignon (Vitis vinifera L.) grapevines. Thesis for M.S. in Plant Science. California State University, Fresno.

HARGROVE, W.L. and G.D. HOYT. (1986). Legume cover crop and soil management in the southern United States. HortScience 21: 397-491.

HOFSTETTER, B. (1988). Cover crop guide. The New Farm. January. pp.17-30.

JORDAN, L. (1982). Management of cover vegetation in citrus orchards. In: Crop Production Using Cover Crops and Sods as Living Mulches. J.C. Miller, and S.M. Bell (Eds.). Oregon State University Press, Oregon.

NADERMAN, G.C. (1991). Effects of crop residue and tillage practices on water infiltration and crop production. In: Cover crops for clean water. W.L. Hargrove (Ed.). pp 23-4. Soil and Water Conservation Society. Ankeny (Iowa).
NORRIS, R.F. (1986). Weeds and integrated pest management systems. HortScience 21: 402-6.
PRICHARD, T. (1990). Orchard vegetation management: Effects on water use and soil characteristics. 42nd Annual California Weed Conference, San Jose, CA.
PURCELL, A. (1990). Role of weeds in insect-transmitted diseases of trees and vines. 42nd Annual California Weed Conference, San Jose, CA.
RICE, E.L. (1979). Allelopathy- An update. Roles in agriculture and ecology. Bot. Rev. 45: 15-109.
SHEEHAN, W. (1986). Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystems diversification. Environmental Entomology 15: 456-61.
SHRIBBS, J.M. and W.A. SKROCH. (1986). Orchard floor management: An overview. HortScience 21: 390-4.
STRIEGLER, R.K. (1992). Status of sustainable wine grape production in California. American Vineyard 5: 4.
TIMM, R. (1990). Effects of weeds and covercrops on vertebrate pest damage. 42nd Annual California Weed Conference, San Jose, CA.
ZIMDAHL, R.L. (1980). Weed-crop competition. 196 pp. Oregon State University Press, Oregon.

Summary: Cover Crops in Vineyards. Cover crops may improve water an nutrient availability for grapevines; and at the same time, they can compite for water and nutrients. Cover crops can hold beneficial insects predators of some pests; and they also can be hostes of some vineyard pests. They can reduce weeds by competence and allelopathy to them; and in addition they can compite with the vineyard too. Costs such as cultivation, fertilization and pest management can be reduced; and on the other hand, sowing and management of the cover crop can increase general expenses. Success in using cover crops will depend on the right selection and management of it. There is no general recommendations because the final result is a combination of all factors, which requires an excellent knowledge of vineyard conditions, soil, climate and potential species to be used as a cover crop.
Key words: cover crop, sustainable, competition, erosion, fertility

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbologia

RESPUESTA DEL TRIGO INFESTADO POR VALLICO A LAS DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA

R. González Ponce, C. Lacasta , L. Garcia
Centro de Ciencias Medioambientales (CSIC). Madrid. rgponce@ccma.csic.es

Resumen: Un experimento realizado en campo donde creció trigo con una infestación moderada de vallico (*Lolium rigidum*) (393±51plantas m^{-2}), fué sometido a diversas dosis de fertilización nitrogenada (0, 40, 80, 120 y 160 Kg N ha^{-1}). Tanto el cultivo como la mala hierba respondieron positivamente a las dosis de nitrógeno, pero el trigo compitió por este nutriente con la mala hierba. Las dosis de nitrógeno no tuvieron influencia sobre el grado de infección del vallico ni su posible capacidad reinfestadora.
Palabras clave: Competencia, *Lolium rigidum*, nitrógeno, *Triticum aestivum*.

INTRODUCCION

El vallico (*Lolium rigidum* Gaud.) es una mala hierba muy común y entre las más nocivas de los cereales de invierno en áreas mediterráneas (GARCIA BAUDIN, 1982; BELLOSTAS y AIBAR, 1991; RECASENS *et al*., 1997). Con densidades de infestación entre 50 y 450 plantas m^{-2} han sido encontradas reducciones del 10 al 50% en el rendimiento de grano de trigo (SMITH y LEVICK, 1974). Existe una competitividad entre élla y el cultivo de cereal, siendo superior la competitividad del cereal con la mala hierba que al contrario (MEDD *et al*., 1985; GONZALEZ PONCE, 1998). Un incremento de la fertilización nitrogenada produjo un aumento en la biomasa de cereal y vallico creciendo juntos, si bien existió una competencia por nitrógeno, superior por parte del trigo (BARRET y CAMPBELL, 1973) ó de cebada (GONZALEZ PONCE, 1998). También, en trigo infestado por vallico, una aplicación del nitrógeno anterior al estado de 3 hojas del trigo hace que éste produzca más biomasa y refuerce su competitividad con la mala hierba (FORCELLA, 1984). Esto ocurre, porque el cereal posee unos ahijamiento y absorción de nitratos más tempranos que el vallico, quedando frecuentemente el suelo desabastecido de este nutriente al tiempo en que aún ocurre parte del ahijamiento de la mala hierba (GONZALEZ PONCE, 1998).

El objetivo del presente trabajo fue averiguar la posible competitividad existente entre trigo y la mala hierba *L. rigidum* cuando creciendo juntas en campo son sometidas a distintas dosis de fertilización nitrogenada.

MATERIAL Y METODOS

Se llevó a cabo un experimento en la finca "La Higueruela" situada en Santa Olalla (Toledo) en un suelo Haploxeralf, de textura franco arenosa, poco fértil y muy pobre en nitratos (16 mg kg^{-1} de suelo). Se eligió un campo, con una infección moderada de vallico (*Lolium rigidum* Gaud.), es decir con 393±51 plantas m^{-2}, que habia sido sembrado en noviembre con 150 Kg ha^{-1} de trigo (*Triticum aestivum* L.) cv. Apuesto, resultando una nascencia de 283±45 plantas m^{-2}. Se ensayaron diversas dosis de fertilización nitrogenada, 0, 40, 80, 120 y 160 Kg N ha^{-1} aplicados como nitrato amónico cálcico (33.5% de N) en dos veces, un 50% en presiembra y otro 50% en 1 a 2 hijos del trigo. Los tratamientos se distribuyeron en campo siguiendo un diseño estadístico de bloques al azar, y dada la escasa homogeneidad en la infestación del campo por vallico en los años anteriores al experimento se ensayaron 10 repeticiones por tratamiento, siendo el tamaño de cada parcela experimental de 25m^2 (5x5m.).

Previamente a la siembra las parcelas fueron fertilizadas por igual con 45Kg de P y 45 Kg de K por hectárea y aunque se eligió un campo en que la mala hierba dominante fue *L. rigidum* hubo que eliminar otras especies de malas hierbas, sobre todo *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers. a base del herbicida Oxytril (Ioxinil 7,5%+ Mecoprop 37,5% + Bromoxinil 7,5%) aplicado en el ahijamiento del trigo a razón de 2,5 l ha^{-1}. En la madurez fisiológica del grano de trigo y en 0,25 m^2 de cada parcela experimental se muestreó por separado tanto la biomasa presente de trigo como la del vallico y en ambas se determinaron distintos atributos. Estos atributos fueron referidos a 1 m^2.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se muestra que mientras que ocurrió una respuesta positiva de la biomasa total del trigo a las dosis de fertilización nitrogenada no la hubo para la biomasa total del vallico. Además la fertilización nitrogenada tuvo efectos positivos sobre el peso seco de paja de trigo (Figura 2) pero no tuvo efectos significativos sobre el peso de grano, número de espigas ni índice de cosecha del trigo. Respecto del vallico, la fertilización nitrogenada no modificó el número de plantas presentes por superficie pero si incrementó el peso seco medio de vallico por planta (Figura 3).

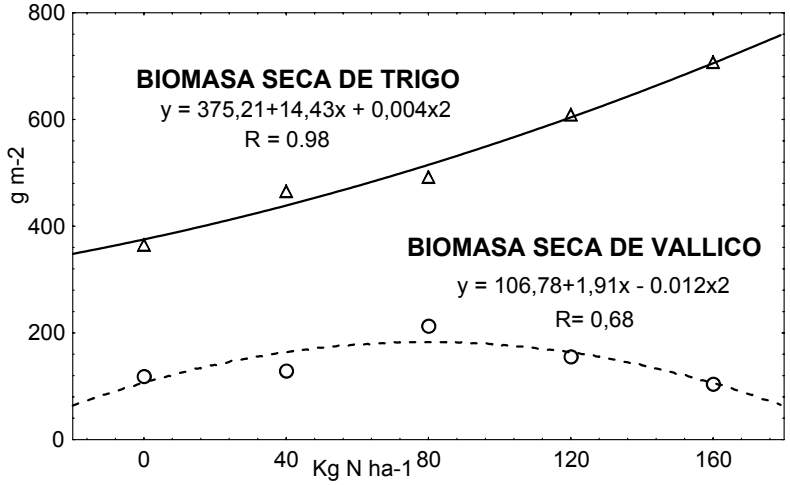


Figura 1. Biomasas de trigo y vallico en respuesta a las dosis de fertilización nitrogenada.

Esta respuesta positiva tanto del cereal como del vallico a la fertilización nitrogenada, fue también encontrada anteriormente (BARRETT y CAMPBELL, 1973; GONZALEZ PONCE, 1998), sin embargo en este experimento en cereal ocurrió con respecto a la biomasa total y en vallico respecto al peso unitario por planta. El déficit hídrico primaveral acaecido y la creciente cobertura creada por el trigo al aumentar las dosis de nitrógeno impidieron un incremento de la cobertura y producción de biomasa por superficie del vallico. El crecimiento en el peso de paja de trigo debido al nitrógeno no fue paralelo a un crecimiento en peso de grano, lo cual se explica por el déficit hídrico primaveral.

Figura 2. Peso de paja de trigo en respuesta a las dosis de fertilización nitrogenada.

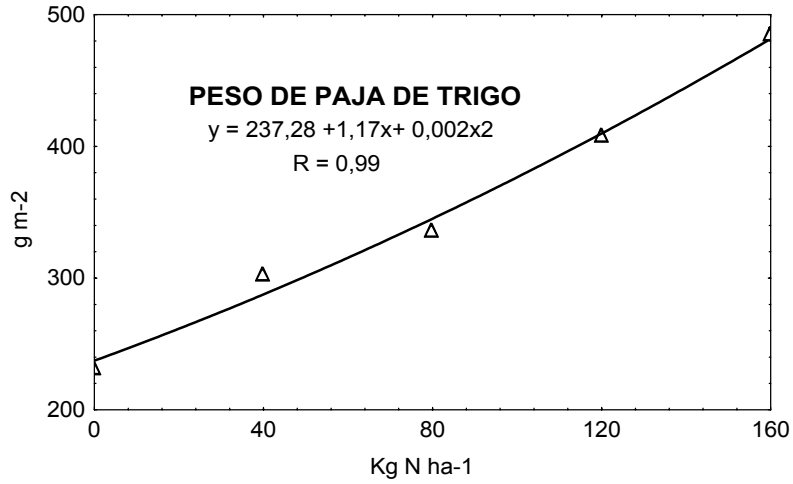
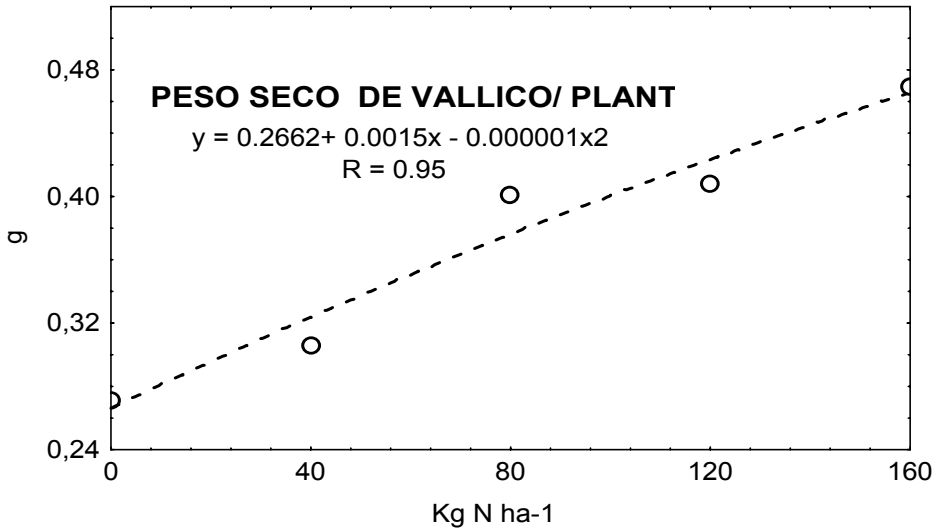


Figura 3. Peso seco de vallico por planta en respuesta a las dosis de fertilización nitrogenada.



Hubo competencia por nitrógeno del trigo con vallico. El nitrógeno, a pesar de hallarse disponible en más cantidad en el suelo al aumentar las dosis de fertilización no tuvo un efecto global sobre el vallico debido a la mayor presencia del cultivo. Anteriormente fue encontrado que esta competencia del trigo ocurría por aplicar el nitrógeno antes de 3 hojas del trigo (FORCELLA, 1984), pero también ocurre que el cereal mientras dispone de nitratos en el suelo los absorbe más rápidamente que el vallico y compite con la mala hierba (GONZALEZ PONCE, 1998), lo cual pudo haber ocurrido en nuestro caso, ya que la aplicación de nitrógeno en cobertera fue temprana y pudo aprovecharla más el trigo que el vallico. Además, de que el nitrógeno no alteró la densidad de infestación de vallico en el año experimental, no parece probable que afectara tampoco a la capacidad reinfestadora de las plantas presentes pues su producción de semillas seria proporcional a su biomasa total por superficie.

BIBLIOGRAFIA

BARRET, D.W.; CAMPBELL, A. (1973). An evaluation of effects of competition between wheat and wimmera ryegrass (*Lolium rigidum*) during early stages of growth. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 13, 581- 585.

BELLOSTAS, A.; AIBAR, J. (1994): La importancia de *Lolium rigidum* Gaudin como infestante de los cereales de invierno en la provincia de Huesca. Lucas Mellada, Huesca, 6, 55- 76.

FORCELLA; F. (1984). Wheat and ryegrass competition for pulses of mineral nitrogen. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 24, 421- 425.

GARCIA-BAUDIN, J.M. (1982). Importancia de los vallicos en los cereales de invierno españoles. Boletin Servicio de Plagas, 9, 179- 1889.

GONZALEZ PONCE, R. (1998). Competition between barley and *Lolium rigidum* for nitrate. Weed Research, 38, 453- 460.

MEDD, R.W.; AULD, B.A.; KEMP, D.R.; MURISON, R.D. (1985). The influence of wheat density and spatial arrangement on annual ryegrass , *Lolium rigidum* Gaudin competition Australian Journal of Agricultural Research, 36, 361- 371.

RECASENS, J.; TABERNER, A.; IZQUIERDO, J. (1997). *Lolium rigidum* Gaud. En cultivos de cereales. En: Biologia de las malas hierbas. Eds. Sans i Serra y Fernández Quintanilla. Phytoma. España. 49-64.

SMITH, D.F.; LEVICK, G.R.T. (1974). The effect of infestation by *Lolium rigidum* Gaud. (annual ryegrass) on the yield of wheat. Australian Journal of Agricultural Research, 25, 381- 393.

Summary: Response of wheat infested by ryegrass to nitrogen fertilizer doses. Wheat growing in field and infested lightly by ryegrass (*Lolium rigidum*) (393±51 plants m^{-2}) was submitted to several nitrogen fertilization doses (0, 40, 80, 120 and 160 kg of N ha^{-1}). Both, crop and weed, growth with the N doses, but wheat competed with the weed for this nutrient. The N doses have not influence on the level of infestation nor probably on reinfesting capacity of ryegrass.

Key words: Competition, *Lolium rigidum*, nitrogen, *Triticum aestivum.*

UN SISTEMA DE DETECCIÓN *IN VITRO* DE BIOTIPOS RESISTENTES DE *Cyperus difformis* L. A SULFONILUREAS

M. León, D. Maestre, J. Aibar[1], C. Zaragoza
Unidad de Sanidad Vegetal del Servicio de Investigación Agroalimentaria.
[1]Escuela Politécnica Superior de Huesca. Ctra Cuarte s/n 22.071 Huesca.
jaibar@posta.unizar.es

Resumen: Se ha puesto a punto un sistema para detectar resistencias a sulfonilureas empleando tres poblaciones de *Cyperus difformis* L. (Aragón, Inglaterra y Uruguay), consistente en la germinación y el desarrollo de las plántulas en placa Petri en medio acuoso y con diferentes concentraciones de herbicida. Al cabo de 15 días se observa el estado de las plántulas y la longitud de sus raíces. Los resultados se comprobaron mediante pulverización de precisión sobre plántulas en condiciones controladas. Una población de Uruguay resultó sensible a todas las dosis de metil-bensulfuron y cinosulfuron, mientras que las otras dos poblaciones resultaron ser resistentes al primero y, en menor grado, a cinosulfuron.
Palabras clave: Arroz, bensulfuron, cinosulfuron, resistencia herbicida

INTRODUCCIÓN

Cyperus difformis L. es una de las 10 malas hierbas más importantes del mundo (HOLM *et al*. 1977) siendo la especie más abundante del banco de semillas junto con *Elatine gratioloides,* seguidas de *Echinochloa crus-galli,* en los arrozales a nivel mundial. Esta Ciperácea anual se encuentra muy extendida en todas las zonas arroceras españolas, siendo especialmente importante en Andalucía, Badajoz, y en los arrozales del valle del Ebro. Comúnmente es llamada "juncia", "punta d'espasa", "tinya", "jonça", "marjalita", "buriol", "cabeçuda", "castanyola"...

En los últimos años, se han detectado ecotipos de esta especie resistentes a las sulfonilureas en arrozales de California (1993), Australia (1994), Brasil (2000), Italia (2001) y Corea del Sur (2002) (HEAP, 2003). En España está citado en 2000 un biotipo resistente a bensulfuron en un lugar no determinado, y recientemente se ha encontrado un biotipo de *C. difformis* resistente a este producto en Badajoz (J. BAKKALI, com. pers.). Algunos distribuidores de productos fitosanitarios en Huesca han recibido quejas por la falta de control de esta especie con herbicidas sulfonilureas que antes la

eliminaban. En este trabajo se pretende poner a punto un test rápido y sencillo para la detección de resistencias de biotipos de *C. difformis* a algunas sulfonilureas.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se pretende analizar una posible resistencia de las semillas de *C. difformis* a los herbicidas bensulfuron-metil (alfa-((4,6-dimetoxipirimidin-2-ilo)ureidosulfonilo)-0-toluato de metilo) y cinosulfuron (-(4,6-dimetoxi-1,3,5-triazin-2-ilo)-1-(2-(metoxi-etoxi)fenisulfonilo) urea). Para ello, se ha realizado una prueba con poblaciones distintas de semillas de *C. difformis* .

Se utilizaron tres ecotipos de esta especie:

Población A: semillas procedentes de una parcela de arrozales de Aragón (sospechosas de resistencia).

Población I: semillas adquiridas en la empresa Herbiseed de UK.

Población U: semillas procedentes de campos de arroz del INIA de Treinta y tres (Uruguay). Se trata de campos ocasionalmente tratados con sulfonilureas. Encontrar semillas de campos no tratados entraña grandes dificultades.

a) Ensayos "in vitro".

Los tres ecotipos fueron germinados en placas Petri con agua destilada, selladas con Parafilm y mantenidas durante 5 días en una cámara de cultivo con las siguientes condiciones: Temperatura constante de 26,5 ºC., fotoperiodo: 16 h de luz / 8 h de oscuridad e intensidad de luz (medida con ceptómetro): 206 micromol CO2 m^{-2} s^{-1}

Cada placa de Petri tenía 30 semillas que germinaron transcurridos 5 días. Entonces se les puso un papel de filtro en la base y, una vez aplicado la correspondiente dosis de herbicida se sellaron con Parafilm a fin de evitar la evaporación. A todas las placas se les añadió inicialmente 5 ml de agua destilada (para conseguir la pregerminación, ya que son semillas que germinan en suelo inundado (Cox, 1984)) y posteriormente el herbicida que se indica en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos aplicados a las semillas de *C. difformis*.

Nº	Agua destilada	Bensulfuron (280 mg/l)	Cinosulfuron (1000 mg/l)	Dosis teóricas en campo (kg/ha)
1 (testigo)	15 ml			
2	5 ml	5 ml		70
3	5 ml	10 ml		93
4	5 ml	20 ml		112
5	5 ml		5 ml	250
6	5 ml		10 ml	333
7	5 ml		20 ml	400

Las dosis teóricas en el campo, si aplicáramos las dosis de los tratamientos de las placas Petri, serían mucho mayores que las recomendadas, de forma que si nuestras semillas sobreviven no habría duda de la existencia de una resistencia (PRATLEY *et al*., 2001). Se hicieron 2 ó 3 repeticiones de cada tratamiento, dependiendo del número de semillas pregerminadas disponibles. Una vez preparadas todas las placas se llevaron a la cámara de cultivo, con las mismas condiciones que para la germinación.

Transcurridos 15 días se valoraron visualmente atendiendo a dos criterios: el aspecto general de la planta y/o los daños producidos y la longitud de su raíz. Para ello se ha empleado la siguiente tabla, con puntuaciones de 0 a 5 para cada una de las observaciones. Se realizaron 6 ensayos de los que se presentan sólo los resultados del último.

Tabla 2. Escala utilizada para evaluar la fitotoxicidad y desarrollo de la raiz.

	Aspecto/ daño producido	**Longitud de la raíz**
5	Verdes y sanas	Todas las plántulas de la placa ≥ 10 mm
4	Ligera decoloración o depresión	Mayoría (más del 50%) ≥ 10 mm
3	Apreciable decoloración o depresión	Mayoría entre 5-10 mm
2	Decoloración y aspecto débil (retorcimiento). Posible recuperación	Mayoría entre 2-5 mm y alguna > 5 mm
1	Daños importantes (recuperación muy dudosa). Solo alguna superviviente o sin daños.	Mayoría ≤ 2 mm
0	Todas muy dañadas o muertas.	Sin crecimiento ó muertas

b) Comprobación "in vivo".

Para comprobar los resultados "in vitro" con la realidad se sembraron los mismos ecotipos en macetas y se trataron con 170 $g.ha^{-1}$ de bensulfuron metil (Londax 60 de DuPont , dosis recomendada 80-100 g p.c./ha) y 1000 $g.ha^{-1}$ de cinosulfuron (Setoff 20 WG de Syngenta, dosis recomendada 400-500 g $p.c.ha^{-1}$) con un pulverizador fijo de precisión (volumen 685 $l.ha^{-1}$, boquillas Tjet 11003, presión 2 bar) cuando las plántulas tenían 2-3 hojas. Estas se dejaron crecer en las condiciones controladas descritas y se valoró la fitotoxicidad a los 15 días, así como el peso seco y el rebrote (datos no presentados)

Los datos obtenidos se han estudiado con el programa de estadística SYSTAT 7.0.

RESULTADOS

a) Ensayos "in vitro":

En la figura 1 se pueden observar dos cuadros, uno en el que se muestran los resultados de la evaluación del aspecto de las plantas y otro que muestra los resultados de la medición de la raíz en esas mismas plántulas.

En las semillas pertenecientes a la población de Aragón se puede observar que el tratamiento con bensulfuron no ha sido efectivo en el control de la mala hierba mientras que cinosulfuron ha conseguido decolorar la planta dándole un aspecto débil pero con una posible recuperación incluso con niveles muy altos de herbicida. Las semillas de *C. difformis* pertenecientes a una población de Inglaterra también muestran una clara resistencia al bensulfuron, sin embargo a la dosis de tratamiento más elevada con cinosulfuron se paraliza el crecimiento de las raíces y se registran daños importantes en la planta. La población procedente de Uruguay se mostró sensible a ambos herbicidas, tanto desde el punto vista de su aspecto como de la longitud de la raíz de las plántulas.

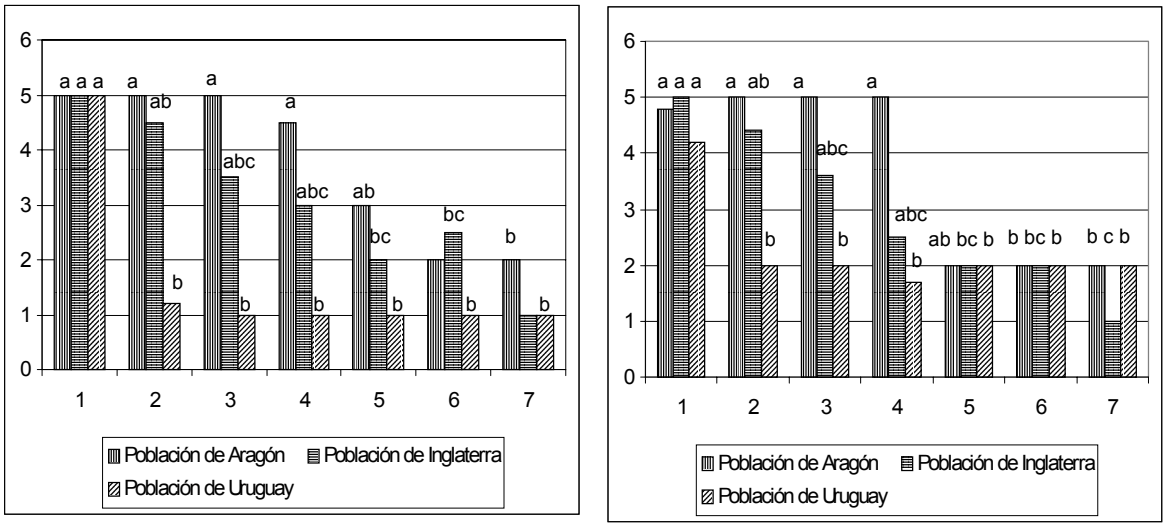


Figura 1. Evaluación del aspecto de las plantas (izda) y de la longitud de sus raíces (dcha). Para cada una de las poblaciones, columnas con letras iguales no difieren significativamente en el test de Tukey ($p<0,05$).

b) Ensayo "in vivo":

Se ha comprobado la fitotoxicidad de estos herbicidas sobre plantas tratadas con pulverizador y los resultados de fitotoxicidad se presentan en la figura 2.

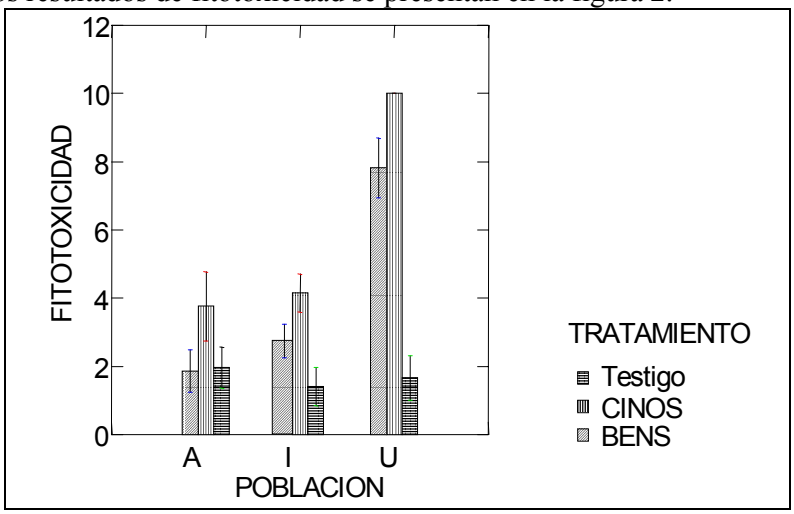


Figura 2. Fitotoxicidad observada en plantas (2-4 h) según tratamiento con pulverizador (cinosulfurón 1000 g ha^{-1}, bensulfurón 170 g ha^{-1}). Medias de 3 ensayos.

CONCLUSIONES

La población de Aragón resultó resistente al herbicida bensulfuron sin mostrar síntoma alguno de afección. En cuanto al herbicida cinosulfuron, se produjeron daños y decoloración en la planta, además de una parada en el crecimiento de las raíces, pero estos daños no fueron suficientes como para matar la mala hierba. La población de Inglaterra se mostró resistente al herbicida bensulfuron, aunque se observaron daños

mayores que los que se produjeron en la población de Aragón. Esta población se mostró sensible al cinosulfuron. La población utilizada como testigo, procedente de Uruguay, resultó sensible a ambos herbicidas.

El método de detección de la resistencia es muy útil, en especial porque las semillas de *C. difformis* no tuvieron problemas para germinar y no se debieron aplicar métodos para romper su latencia. El test es razonablemente fiable si lo comparamos con los tratamientos de precisión sobre plántulas que crecen en condiciones controladas. Es interesante ver que algunas poblaciones procedentes de campos donde se han realizado numerosos tratamientos con sulfonilureas y otros herbicidas han generado una resistencia manifiesta en pocos años, así como hay otras poblaciones de tolerancia intermedia y otras sensibles, donde apenas se ha tratado y se realiza una rotación más acertada, como en los arrozales de Uruguay, donde se alterna con pastos naturales.

Agradecimientos

El Ingeniero Enrique Deambrosi del INIA de Treinta y tres (Uruguay) que amablemente nos envió las semillas del biotipo sensible. Al Ingeniero Agrónomo Facundo Stamatti de Argentina que nos ayudó en la redacción de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

COX, B. (1984). Weeds. Citado por Sanders, B.A. 1994. The life cycle and ecology of *Cyperus difformis* (rice weed) in temperature Australia: a review. Asutralian Journal of Experimental Agriculture, 1031-1038.

CPRH (1999). Detecting Herbicide Resístanse. Guidelines for conducting diagnostic test and interpreting reuldtd. On line: http// www.plantprotection.org/HRAC.

HEAP, I. (2003). Herbicide resistant smallflower umbrella sedge (*Cyperus difformis*). On line: www.weedscience.org/in.asp (12/06/2003)

HOLM, L.R.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J.P. (1977). The World Worst Weeds: distribution and biology. The University Press of Hawaii. 600-610.

PRATLEY, J.E.; BROSTER, G.E.; FLOWER, G.E.; FLOWER, R. (2001). Herbicide resistance in the rice growing regions of Southern Australia. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication Nº 01/40. On line: http// www.rirdc.gov.au/reports/RIC/01-40.pdf

Summary: An "in vitro" detection system for sulfonilurea resistant biotypes of *Cyperus difformis* L.

A resistant detection test was prepared using three biotypes of *Cyperus difformis* L. from Aragon (Spain), UK and Uruguay. It consists in germination and growth of plantlets in Petri dish in water medium with different herbicide concentrations. After 15 days the plantlet state and its root longitude is evaluated. Results were tested with precission sprayed plantlets grown in controlled conditions. The Uruguay biotype resulted susceptible to all dose applied of bensulfuron-methyl and cinosulfuron while the other biotypes were resistant to bensulfuron and, in a smaller degree, to cinosulfuron.

Key words: rice, bensulfuron, cinosulfuron, herbicide resistance.

PUESTA A PUNTO DE UNA TÉCNICA DE CULTIVO *IN VITRO* PARA LA DETECCIÓN PRECOZ DE RESISTENCIAS A 2,4 – D DE *Papaver rhoeas*

L. Mateo, Ll. Martín-Closas, A. Cirujeda y A.M. Pelacho
Dpto Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. ETSEA – Univ. de Lleida. Avda. Alcalde Rovira Roure, 191. 25191 Lleida. pelacho@hbj.udl.es

Resumen: Se ha puesto a punto un protocolo de germinación y cultivo *in vitro* de *Papaver rhoeas* L. con el objetivo de utilizarlo para la detección precoz de resistencias de esta especie al 2,4–D. El medio ½ MS con 0.5% sacarosa, 1.3% agar y 300 mg/l GA_3, esterilizado por filtración, permite la adecuada germinación de las semillas y el desarrollo de plántulas sin contaminaciones, que pueden cultivarse varios meses. La adición de 2,4–D al medio (1.8, 3.6 y 5.4 μM) causa un desarrollo diferencial en función de la resistencia al herbicida de la población, reduciéndose el alargamiento de hipocotilo y radícula más en las dos poblaciones sensibles que en las dos resistentes ensayadas. El porcentaje de ápices radicales en forma de maza fue muy superior en las poblaciones sensibles, por lo que se propone utilizar este parámetro en los test preventivos de detección de resistencias al 2,4-D.
Palabras clave: resistencia a herbicidas in vitro, ápice de raíz, desarrollo de plántulas.

INTRODUCCIÓN

En España el 2,4 – D es uno de los herbicidas que se ha utilizado durante más años en el cultivo de cereales de invierno; sin embargo siguen sin conocerse con precisión los mecanismos por los que los herbicidas de tipo auxínico actúan sobre especies de hoja ancha. En la eliminación de malas hierbas mediante el uso de herbicidas se presentan cada día más casos de aparición de resistencias. Dado que no se conoce el mecanismo de acción, tampoco se han identificado con precisión las bases en que se fundamentan las resistencias.

En la zona noreste de España *Papaver rhoeas* L. es la mala hierba de hoja ancha más importante sobre cereales de invierno, estando presente en el 39% de los campos (RIBA *et al.* 1990); en los últimos años se han detectado campos con poblaciones resistentes al 2,4 – D, lo que constituye un caso único hasta la fecha (GASQUEZ *et al.*, 1998; HEAP 2003). En otras zonas de Europa la especie es poco relevante como mala hierba, y se relaciona el que no hayan aparecido resistencias con la menor intensidad de los tratamientos con 2,4 – D.

Dada la cantidad de semillas producidas por *P. rhoeas*, y la larga vida de la especie en el banco de semillas (MADSEN 1962), es fundamental identificar precozmente la aparición de esta resistencia, de forma que puedan implementarse tratamientos alternativos cuanto antes. Recientemente se han desarrollado algunos test rápidos de detección de resistencias, entre ellos la germinación de la especie en un sustrato de agar suplementado con el herbicida

(CIRUJEDA *et al.* 2001), sin embargo el sistema está sujeto a una rápida mortalidad de las plántulas, tanto natural al agotar los nutrientes de reserva de la semilla como por infecciones fúngicas, que puede ser diferente entre poblaciones, lo que limita su utilización. Las técnicas de cultivo *in vitro* que utilizan un medio nutritivo y ausencia total de microorganismos, pueden constituir una alternativa eficiente.

El objetivo del trabajo es poner a punto un sistema de cultivo *in vitro* sencillo que permita la identificación temprana y rápida de poblaciones de *P. rhoeas* resistentes a 2,4-D.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron cuatro poblaciones de *P. rhoeas*, dos de ellas resistentes y otras dos sensibles al 2,4 – D. Se esterilizaron las semillas en cloro activo al 1% (v/v), se sembraron en placas Petri con los medios ensayados, y se cultivaron bajo fotoperiodo de 16h de luz, temperatura diurna de 20ºC y nocturna de 8ºC. En primer lugar se analizó el efecto de la concentración mineral del medio de cultivo colocando las semillas sobre medios MS y ½ MS (Murashige y Skoog 1962). Los medios, como en los restantes ensayos, se esterilizaron en autoclave durante 20 min a 121ºC, tras lo que se sembraron en placas Petri en condiciones de esterilidad. Dado que el porcentaje de germinación fue en todos los casos muy reducido se suplementaron los medios con diversas concentraciones de GA_3, comparándose también la efectividad de su adición al medio de cultivo antes y después de su autoclavado. Otro ensayo analizó el potencial efecto negativo del aumento de potencial osmótico por la adición de diferentes concentraciones de sacarosa al medio de cultivo, necesaria como fuente de carbono.

Las radículas pueden penetrar en el medio con agar; otros gelificantes, como la Gelrita, producen geles muy transparentes con los que el seguimiento visual del desarrollo vegetal es más detallado. Se analizó la Gelrita como alternativa al agar haciendo germinar las semillas sobre medios con diversas concentraciones de ambos. Una vez puesto a punto el protocolo, se evaluó el desarrollo *in vitro* de las 4 poblaciones en función de la concentración de 2,4 – D añadida al medio de cultivo. Se realizaron 4 tratamientos (0, 1.8, 3.6 y 5.4 μM 2,4 – D) y se analizaron diversos parámetros del crecimiento y desarrollo de las plántulas germinadas, identificándose los que proporcionan una respuesta diferencial entre poblaciones sensibles y poblaciones resistentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La técnica de cultivo in vitro utilizada eliminó totalmente las contaminaciones fúngicas durante todo el periodo de cultivo, y permitió el buen desarrollo de las plántulas, que presentaron un aspecto normal y desarrollaron hojas verdaderas. Tanto el medio MS como el ½ MS permitieron el desarrollo de las plántulas, por lo que no se estimó necesario un aporte de nutrientes elevado y se optó por el medio ½ MS, lo que reducía considerablemente el potencial osmótico del medio.

Se encontró sin embargo en ambos medios una tasa de germinación muy baja, inferior al 25%, que puso de manifiesto la necesidad de suplementar el medio de cultivo con ácido giberélico. La germinación aumentó conforme se incrementaba la concentración de ácido giberélico incorporado al medio hasta 400 mg/l, no obstante las plántulas desarrolladas con esta concentración de GA_3 presentaban una morfología excesivamente alargada, lo que podía causar problemas de supervivencia en el interior de la placa Petri por motivos de tamaño; se eligió por tanto el suplemento con 300 mg/l de GA_3 como el más idóneo. La efectividad del ácido giberélico se reducía en más de un 20% si este compuesto se incorporaba al medio de cultivo antes de su esterilización, por lo que se determinó la necesidad de añadirlo por filtración sobre el medio ya estéril.La concentración de sacarosa en los medios de cultivo

suele ser del 2-3% para el desarrollo de callos o explantos nodales; su reducción o aumento puede aumentar el potencial osmótico del medio en un porcentaje incluso superior al 100% (LAZZERI *et al.* 1988), lo que en muchos casos limita el desarrollo. En *P. rhoeas* se consiguió reducir esta concentración al 0.5% sin que se viera negativamente afectado el desarrollo de las plántulas. Algunas plántulas cultivadas con Gelrita mostraron síntomas de hiperhidricidad, por lo que su uso como alternativa al agar del medio no resultó adecuada. Se determinó utilizar un 1.3% (p/v) agar porque a menores porcentajes se reducía ligeramente la tasa de germinación.

Si bien al comparar el procedimiento resultante con otros sin medio de cultivo se encuentra una menor tasa de germinación debido a las condiciones de alta humedad relativa en que deben mantenerse las placas Petri con el medio de cultivo estéril, la supervivencia de las plántulas germinadas en este sistema es prácticamente del 100%, por lo que el procedimiento permite analizar los efectos de los herbicidas, no sólo en los primeros estadios de la germinación, sino en etapas más avanzadas del desarrollo.

Las plántulas germinadas en presencia de 2,4 – D tuvieron un desarrollo diferencial en función de su resistencia o sensibilidad al herbicida. En las poblaciones resistentes el efecto del herbicida fue aumentar la longitud y grosor del hipocotilo, reducir la longitud de la radícula y aumentar su grosor (Tabla 1). En las poblaciones sensibles al 2,4 – D en ningún caso aumentó tanto la longitud del hipocotilo, sino que incluso la redujo con las dosis mayores de 2,4 – D ensayadas, y la longitud de la radícula se redujo más que en las poblaciones resistentes; el grosor de hipocotilo y radícula aumentaron sensiblemente más que en las poblaciones resistentes. En los tratamientos con 2,4 – D algunas radículas presentaban un extremo anormalmente engrosado, en forma de maza; en los cultivos con 1.8 y 3.6 µM el porcentaje de plántulas con esta anomalía fue muy superior en las poblaciones sensibles que en las resistentes, mientras que para la mayor concentración de herbicida testada una de las poblaciones resistentes también presentaba un elevado porcentaje de raíces anormales.

Tabla 1.- Variación en las características de las plántulas de dos poblaciones resistentes y dos sensibles a 2,4 –D según la concentración del herbicida aportada al medio de cultivo, 20 días después de la siembra. *: todos los porcentajes están dados respecto al valor del parámetro en ausencia de 2,4 –D.

Población	2,4 – D (µM)	Longitud Hipocotilo (%*)	Longitud Radícula (%)	Grosor Hipocotilo (%)	Grosor Radícula (%)	Radícula en Maza (%)
Resistente 1	1.8	201	62	133	89	18
	3.6	129	38	146	115	26
	5.4	150	48	170	127	81
Resistente 2	1.8	176	38	115	96	8
	3.6	132	34	147	120	-
	5.4	147	31	154	130	36
Sensible 1	1.8	152	26	212	161	56
	3.6	91	22	167	126	55
	5.4	83	17	204	161	77
Sensible 2	1.8	118	24	130	111	62
	3.6	71	15	165	136	67
	5.4	74	18	199	145	70

CONCLUSIONES

La germinación de semillas de *P. rhoeas* en medios nutritivos permite obtener plántulas morfológicamente normales. Ni la esterilización de las semillas ni su desarrollo *in vitro* presentan inconvenientes notables. La adición de 2,4 – D al medio de cultivo no impide el crecimiento de las plántulas de las poblaciones sensibles testadas, pero afecta a su

desarrollo de forma que son distinguibles de las poblaciones resistentes. En medios con 2,4 – D las poblaciones sensibles tienen hipocotilos y radículas más cortas, y es mucho más frecuente en ellas el desarrollo anormal del extremo radical, que adquiere forma de maza.

La cuantificación de raíces acabadas en forma de maza permitió la distinción entre ambos tipos de poblaciones de forma muy sencilla y rápida, por lo que en base a los resultados obtenidos se propone como el parámetro más indicado para la realización de test preventivos de aparición de resistencias cuando debe evaluarse un gran número de poblaciones. La validez del procedimiento debe ampliarse para un mayor número de poblaciones, por lo que resta someter el protocolo establecido en el presente trabajo a otras poblaciones de susceptibilidad y resistencia conocida.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del proyecto AGL 2002-01513, del Plan Nacional de I+D (MCyT).

BIBLIOGRAFÍA

CIRUJEDA, A.; RECASENS, J.; TABERNER, A. (2001). A qualitative quick-test for detection of herbicide resístanse to tribenuron-methyl in *Papaver rhoeas*. Weed Research 41, 523-534.

HEAP I. (2003) International survey of herbicide resistant weeds. Online Internet: www.weedscience.org/in.asp

GASQUEZ, J.; PRADO DE, R.; ZANIN G. (1998). Résistances aux herbicides dans les zones Méditerraneennes en Espagne, France et Italie. Comptes-rendus 6eme symposium méditerranéen EWRS, Montpellier, France, 13-15 Mayo 1998. pp:165-172.

LAZZERI, P.A.; HILDEBRAND, D.F.; SUNEGA, J.; WILLIAMS, E.G.; COLLINS, G.B. (1988). Soybean somatic embryogenesis: interactions between sucrose and auxin. Plant Cell Reports 7, 517-520.

MADSEN, S.B. (1962). Germination of buried and dry stored seeds III (1934-1960). Proceedings of the International Seed Testing Association 27, 920-928

MURASHIGE, T.; SKOOG F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15: 473-497

RIBA, F.; RECASENS, J.; TABERNER, A. (1990). Flora arvense de los cereales de invierno de Catalunya (I): Proceedings de la Reunión 1990 de la SEMH. Pp: 239-246.

Summary: Implementing an *in vitro* culture technique for early detection of 2,4 -D *Papaver rhoeas* resistance. A protocol for the in vitro germination and growing of *Papaver rhoeas* has been established to be used as en early detection tool of 2,4-D resistance. A ½ MS medium with 0.5% sucrose, 1.3% agar and 300 mg/l of filter sterilized GA_3 allows an adequate contamination-free seed germination and plantlet development, which can be cultured for several months. The addition of 2,4-D to the culture medium (1.8, 3.6 y 5.4 μM) causes a differential development according to the plantlet herbicide resistance; hypocotyl and radicle length are stronger reduced in the two susceptible than in the two resistant populations. The percentage of mace-shaped apex radicles was much higher for the susceptible populations; thus this parameter is proposed to be used in the preventive tests for detecting 2,4-D resistance.

Keywords: in vitro herbicide resistance, root apex, seedling development.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

PRODUCCIÓN MÁS SOSTENIBLE, CON HERBICIDAS

C. Novillo y J. Costa
Monsanto Agricultura España S.L. Avda Burgos 17, 28036 Madrid.
conchi.novillo@ea.monsanto.com; jaime.costa@ea.monsanto.com

Resumen:. El empleo de herbicidas en agricultura ha demostrado ser una herramienta para una producción de alimentos más eficiente. Los datos disponibles indican que su empleo ha contribuido a mejorar la calidad de vida y la seguridad del agricultor, contribuyendo además a que el precio de los alimentos sea más asequible para los consumidores. Recientemente, la incorporación de variedades tolerantes a herbicidas de baja peligrosidad ha incentivado prácticas agrícolas más sostenibles para el suelo, como la agricultura de conservación (AC), que permite una reducción de la erosión y de las emisiones de CO_2. Los retos alimentarios y energéticos de población creciente obligan a seguir mejorando la eficiencia de los recursos empleados en cada unidad de alimento producido. Para conseguir una agricultura más sostenible se propone el empleo de sistemas de producción integrada, que incluyan las opciones de herbicidas y variedades modificadas genéticamente, autorizados en la UE.
Palabras clave: herbicidas, glifosato, variedades modificadas genéticamente, agricultura de conservación, producción integrada.

INTRODUCCIÓN

La creciente sensibilización por las cuestiones medioambientales y de salud pública ha introducido importantes cambios en la legislación que regula la autorización y empleo de los fitosanitarios en la UE, entre ellos los herbicidas. Así, la Directiva 414/91 exige la demostración de seguridad antes de su inscripción: *"es necesario, en el momento de la autorización de los productos fitosanitarios, garantizar que, cuando se utilicen adecuadamente para los fines previstos, sean lo suficientemente eficaces y no tengan efectos inaceptables sobre los vegetales o sobre los productos vegetales ni efectos inaceptables sobre el medio ambiente en general, ni, en particular, un efecto nocivo sobre la salud humana o animal o en las aguas subterráneas"*. Del mismo modo, las variedades mejoradas genéticamente (MG) están sujetas a una completa revisión, caso por caso y paso a paso, con carácter previo a su autorización (Directiva 90/220 modificada con la Directiva 2001/18), que solo permite la comercialización de modificaciones sin evidencia de riesgo para personas o medio ambiente.

Sin embargo, resulta paradójico que la aplicación de una legislación más exigente no esté contribuyendo a una mayor aceptación de estas herramientas junto a otras tecnologías, en la producción de alimentos. Las razones de esta desconfianza seguramente tienen un origen complejo, pero el desconocimiento entre los consumidores sobre cómo se producen y regulan los alimentos, contribuye a que su opinión no siempre tenga en cuenta criterios científicos.

Así, en encuestas realizadas a una muestra aleatoria de españoles, más del 60% de los encuestados desconocía el término "agricultura sostenible" y para más del 80% son desconocidos términos como "Gestión integrada de cultivos" (AEPLA 2001).

Con esta revisión se desea contribuir a un reconocimiento de los beneficios socio-económicos derivados del empleo de herbicidas en agricultura, con especial hincapié en herbicidas de baja peligrosidad y que hayan superado el proceso armonizado de autorización en la UE, como es el caso del glifosato. También se incluyen los resultados de los ensayos de campo con variedades Roundup Ready* (RR), genéticamente tolerantes a glifosato, completados en diferentes regiones españolas. Superadas las correspondientes evaluaciones y autorizaciones, se considera que su empleo de acuerdo con las etiquetas o normas correspondientes, y siguiendo la buena práctica agrícola, debería ser contemplado en una agricultura integrada y sostenible.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los resultados y discusiones de esta revisión están basados en artículos y datos publicados. Por otra parte se incluye información procedente de ensayos propios de campo con variedades modificadas genéticamente para tolerancia a glifosato, autorizados caso por caso, de acuerdo con la Directiva 90/220 y la Ley española 15/94. Dichos ensayos incluían diferentes tratamientos y repeticiones para análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La creciente preocupación por conseguir sistemas de producción más sostenibles también abarca a la agricultura, pero la definición de desarrollo sostenible debe entenderse como la incorporación de aquellas prácticas que reduzcan el impacto de producir cada kg de alimento, sin olvidar que la creciente presión demográfica impide que pueda reducirse la producción de alimentos, salvo que nuevas tierras, que ahora ocupan espacios naturales y que son fuente de biodiversidad para el futuro, se conviertan a cultivo.

El porcentaje de población dedicada a la producción agrícola y ganadera en nuestro país ha descendido en más del 40% en la década de los 90, ocupando a un 5,7% en el año 2000, mientras el valor añadido bruto de este sector en el mismo periodo se incrementó un 46% (MAPA 2002). Por otra parte, la cantidad de fitosanitarios empleados en la protección vegetal en esa misma década descendió en 3.000 Tm (Datos AEPLA), habiéndose reducido en un 13% la cantidad empleada para producir cada kg de alimento. El análisis de estas cifras confirma que la integración de nuevos avances técnicos en agricultura está contribuyendo a una mayor eficiencia productiva y pone de manifiesto el esfuerzo de la industria fitosanitaria por ofrecer al productor productos más eficientes.

El impacto de producir cada kg de alimento, debería contemplar también el empleo de suelo que realiza, así como las emisiones de gases con efecto invernadero que ocasiona. El análisis desde este ángulo ha demostrado que la reducción de las labores y empleo de cubiertas de rastrojos o cubiertas vegetales, prácticas conocidas como agricultura de conservación (AC), incrementan significativamente la fijación de carbono en el suelo y reducen su emisión en forma de CO_2 a la atmósfera (ROBERTSON *et al*., 2000; REICOSKY, 2001). También son considerables los beneficios ambientales y agronómicos como la reducción de la erosión, la mejora de la actividad biológica de los suelos o la infiltración del agua. Si estos beneficios fueran valorados correctamente, la adopción de dichas prácticas debería considerarse un avance importante en la sostenibilidad de la agricultura.

En el plano del manejo de las malas hierbas, el empleo de herbicidas es a menudo la forma más eficiente (menos mano de obra, erosión, gasóleo, coste, etc) de evitar su competencia (GIANESSI y SANKULA, 2003) y la introducción de variedades tolerantes a herbicidas ha añadido nuevas opciones que han permitido disminuir significativamente los costes de manejo de malas hierbas (BUTH *et al*., 2001). Por otra parte, los productores de EEUU consideran que la disponibilidad de variedades tolerantes a herbicidas está siendo un factor clave para la adopción de prácticas de AC en los cultivos de soja y algodón (http://www.ctic.purdue.edu/CTIC/CTIC.html y http://www.cotton.org/news/2003/tillage-survey.cfm). Así, la superficie de soja cultivada en siembra directa se ha incrementado un 35 % desde 1996, año en el que se introdujeron las primeras variedades de soja RR. En algodón, éste incremento ha sido del 59%, y en la actualidad un 29% de todo el algodón se encuentra en siembra directa, mientras que un 30% se cultiva bajo mínimo laboreo.

Los ensayos realizados en España con variedades RR, desde 1995, han demostrado que su cultivo es tan seguro como el de las variedades convencionales y añaden una opción más, que facilita la reducción del laboreo y la siembra directa (Tabla 1). Otros estudios han determinado una mayor biodiversidad en las primeras fases del cultivo como consecuencia de la sustitución de aplicaciones en preemergencia por otras en post-emergencia (ELMEGAARD y BRUUS, 2001). En todos los casos, la conclusión es que el impacto final depende más del programa de tratamientos adoptado que de la modificación genética empleada.

Tabla 1: Resultados de ensayos de campo con variedades Roundup Ready*.

REMOLACHA RR (ensayos 1995-00)	**ALGODÓN RR (ensayos 1997-98 y 2000)**	**MAÍZ RR (ensayos 1997-00)**
- Excelente control de adventicias con 2-3 aplicaciones de una formulación de Roundup**a 2-3 $lxha^{-1}$. - Eficacia contra hierbas difíciles como cenizos (*Chenopodium* spp), salsola , cúscuta, cardos (*Cirsium* spp) o acelguillas (*Beta* spp). - Reducción en la cantidad de materias activas herbicidas (hasta el 50%). - Gran flexibilidad de empleo - Mayor facilidad para adoptar sistemas de agricultura de conservación, - Frecuentes aumentos en la producción de azúcar (4%) por las mejoras en selectividad y eficacia.	- Excelente tolerancia hasta las 4-6 hojas verdaderas del cultivo - Un solo tratamiento con una formulación de Roundup** a 2,5-3 $lxha^{-1}$ofrece más eficacia - con menor necesidad de escarda manual complementaria- que el programa convencional, usando mayores dosis de materia activa. - Mayor flexibilidad para las aplicaciones dirigidas posteriores. - Solución para el control de hierbas difíciles, como *Abutilon theophrasti* (CORTES, 2001), o cañota disminuyendo la competitividad de *Cyperus* spp.	- Excelente tolerancia hasta las 10 hojas verdaderas del cultivo. - Con 1-2 aplicaciones a2-3 $lxha^{-1}$, se consigue una excelente limpieza del cultivo, reduciendo sustancialmente la aplicación de herbicidas con efecto residual (atrazina, acetanilidas, etc.) - Solución para el control de hierbas difíciles como las especies de *Abutilon, Datura, Xanthium,* o *Cyperus*. - Facilidad para adoptar sistemas de agricultura de conservación, con incremento de la entomofauna del suelo (RUIZ *et al*., 2001)

Una agricultura sostenible debe ser también más segura para los productores y el medio ambiente. Desde el punto de vista de los productores, los datos sobre seguridad laboral durante el año 2000 (http://www.mtas.es/insht/statistics/mtas.htm) indican que los accidentes posiblemente relacionados con fitosanitarios son una parte mínima de los riesgos laborales en agricultura. Por otra parte, puesto que para desherbar una hectárea con herbicidas es necesaria una pequeña fracción de la mano de obra necesaria para su escarda manual (de acuerdo con GIANESSI y SANKULA, 2003 la sustitución de herbicidas en EEUU supondría 7 millones de jornaleros adicionales), es obvio que los herbicidas de baja peligrosidad ofrecen mayor comodidad y menor riesgo –cuantificable por empresas de seguros- por cada unidad de

superficie o de alimento producido. Así se ha comprobado en Canadá que el riesgo de heridas por hectárea con herbicidas es 100 veces menor que cuando las tareas de desbroce son manuales (HOWARD 1992). Además, la nueva legislación, armonizada en la UE mediante la Directiva 414/91, exige completos estudios de exposición a los herbicidas, con altos costes en I+D, para respaldar su seguridad antes de la autorización.

Pero en la evaluación de cualquier tecnología, incluidos los fitosanitarios, no debe olvidarse que el riesgo es un factor con dos dimensiones: peligrosidad (o toxicidad) y exposición. Bajo esta consideración y aún tratándose de herbicidas de baja toxicidad, el empleo de medidas que minimicen la exposición como realizar las aplicaciones a baja presión, con sistemas de aplicación que minimicen la deriva y siguiendo la buena práctica agrícola tienen un impacto muy superior a otras acciones y deberían ser elementos prioritarios en la formación de los agricultores. Conscientes de esta importancia, Monsanto colabora con fabricantes de maquinaria, distribuidores y agricultores para mejorar la seguridad de las aplicaciones de sus herbicidas. También está comprometida con la expansión de buenas prácticas que eviten la erosión y las contaminaciones difusas (Figura 1).



Figura 1: Ejemplo de las recomendaciones difundidas por Monsanto para la adopción de buenas prácticas en el uso de herbicidas.

CONCLUSIONES

Un nuevo contexto, donde se exige mayor sensibilidad hacia las cuestiones medioambientales y la conservación de los recursos no renovables debería ser una oportunidad para impulsar una agricultura integrada que incorpore todas las herramientas y tecnologías disponibles para el productor, entre ellas el uso de herbicidas y variedades mejoradas genéticamente. Por el contrario, una reducción arbitraria e indiscriminada de las tecnologías podría producir la pérdida de nuestro tejido productor y la deslocalización de la producción a otras zonas con menores exigencias medioambientales y controles de calidad.

Y para que puedan satisfacerse los intereses de productores y consumidores, recomendamos una comunicación transparente que incremente la confianza en las autoridades y en los procedimientos de autorización, así como acciones formativas con los productores, que aseguren un uso eco-compatible de los fitosanitarios.

BIBLIOGRAFÍA

AEPLA (2001). Estudio de opinión sobre agricultura. Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas.

BUTH, J., BUTTON, R., MEISTER, F., YOUNG, G.,SIRSKI, E., TOMA, W., KLAPSTEIN, C., (2001). Impact of Transgenic Canola on Growers, Industry and Environment. Canola Council of Canada. 4 p.

CORTES J.A. (2001). Relaciones interfenológicas y de competencia de *Abutilon theophrasti* Medicus / algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en el Valle del Guadalquivir, umbral de tolerancia. Tesis Doctoral. U.P.M.

ELMEGAARD, N. and BRUUS M, (2001). Flora and Fauna in Roundup Tolerant Fodder Beet Fields. NERI Technical Report No. 349. National Environmental Research Institute. Denmark.

GIANESSI, L.P. and SANKULA ,S. (2003) The Value of Herbicides in US Crop Production. National Center for Food and Agricultural Policy. April 2003. www.ncfap.org.

HOWARD, P (1992). Field worker injury in vegetation management programs. Forest Pest Management Institute Newsletter, 1Q(1), 12.

MAPA (2002). Hechos y cifras del sector agroalimentario y del medio rural Español. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

REICOSKY., D.C. (2001). Conservation Agriculture: Global environmental benefits of soil carbon management. Conservation Agriculture, A worldwide challenge. I World Congress on Conservation Agriculture. Madrid, Vol I, 3-12.

ROBERTSON P., PAUL., E.A. and HARWOOD, R.R., (2000). Greenhouse Gases in Intensive Agriculture: Contributions of Individual Gases to the Radiative Forcing of the Atmosphere. Science 289, 1922-1925

RUIZ, P., NOVILLO, C., FERNÁNDEZ-ANERO, J., CAMPOS, M. (2001). Soil arthropods in glyphosate tolerant and isogenic maize lines under different soil/weed management practices. Conservation Agriculture, A worldwide challenge. I World Congress on Conservation Agriculture. Madrid. Vol II. 1-7

Summary: Sustainable agriculture with herbicides. Use of herbicides in crops has increased food production efficiency. They have contributed to improve farmers quality of life and safety, and also played a role in decreasing food prices to consumers. The recent availability of genetically modified varieties has facilitated adoption of conservation tillage, which results in decreased soil erosion and CO_2 emissions. But food and energy needs for a growing world population force us to continue improving food production efficiency. To achieve a sustainable agriculture the spread of Integrated Production, including use of herbicides and genetically modified varieties approved in the EU, is proposed.

Key words: herbicides, glyphosate, genetically modified varieties, conservation tillage, integrated production.

Roundup Ready* y Roundup** son marcas registradas de Monsanto

INFLUENCIA DE LOS CULTIVOS PRECEDENTES EN LA FLORA ARVENSE DE UN LUVISOL BAJO ROTACIÓN CEREAL–LEGUMINOSA

J.P. del Monte [1], C. López-Fando [2], J. Dorado [2]
[1] Dpto de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal, ETSIA, UPM, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. [2] Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Serrano 115 dpdo, 28006, Madrid,

Resumen: Se ha evaluado durante 3 años la flora arvense presente en un Luvisol semiárido bajo tres sistemas de laboreo. Este estudio es parte de un experimento de larga duración que ha sufrido modificaciones en la secuencia de cultivos a lo largo del tiempo, siendo la rotación actual cereal–leguminosa. Durante el primer año se observaron diferencias significativas en las poblaciones de *Polygonum aviculare* y *Chenopodium album*, atribuibles únicamente al cultivo anterior de la alternativa y no al sistema de laboreo. Esta influencia se sigue manteniendo, aunque en menor medida, en el tercer año del experimento. En cambio, las poblaciones de *Amaranthus albus*, *Capsella bursa-pastoris* y *Papaver rhoeas* no fueron afectadas de forma significativa por el cultivo precedente.
Palabras clave: rotación de cultivos, sistema de laboreo, secano.

INTRODUCCIÓN

Los cambios en el sistema de manejo de una explotación agrícola provocan a su vez cambios en la composición específica y numérica de la flora arvense. En este sentido, son numerosas las referencias bibliográficas donde se cita la inversión de flora producida por la implantación de un sistema de laboreo o una rotación de cultivos diferentes (ZANIN *et al*., 1997; CARTER *et al*., 2002; TØRRESEN *et al*., 2003). Estos cambios de manejo llevan consigo modificaciones en las condiciones físico-químicas del suelo, o en las relaciones de competencia que se establecen entre cultivo y comunidad de malas hierbas, lo que redundará en una selección de especies, particular para cada situación.

Para obtener resultados significativos en la aplicación de diferentes sistemas de manejo del suelo es necesario el transcurso de varios años desde su implantación. El presente trabajo es parte de un experimento de larga duración, en el que se han modificado las rotaciones de cultivos a lo largo del tiempo, siendo actualmente cereal–leguminosa. Se ha estudiado la evolución de la flora arvense en función del sistema de laboreo, considerando además el cultivo precedente como fuente de variabilidad y de influencia sobre las poblaciones de malas hierbas actuales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se ha realizado en la finca "La Higueruela" (CSIC, Santa Olalla, Toledo), en un Luvisol cálcico. El diseño experimental, consistente en bloques al azar con tres repeticiones, incluyó el sistema de laboreo convencional (LC), el sistema de mínimo laboreo (ML) y el sistema de no-laboreo (NL), todos ellos bajo la rotación cereal (cebada)-leguminosa (garbanzo). El experimento se estableció sobre unas parcelas que durante los 10 años previos se habían manejado con sistemas de laboreo convencional y no-laboreo bajo tres alternativas de cultivo (DORADO, 1995). Las parcelas con sistemas de laboreo convencional y no laboreo coincidían en el experimento actual y precedentes. Además se utilizó el sistema de mínimo laboreo en parcelas donde anteriormente se había practicado el no-laboreo (ML1) o el laboreo convencional (ML2). Las alternativas de cultivo en los años anteriores a esta investigación incluían: i) cebada–veza (c–v), ii) cebada–girasol (c–g), y iii) monocultivo de cebada (c–c).

El seguimiento de las malas hierbas se efectuó en primavera del primer y tercer años, coincidiendo con el cultivo de garbanzo. Se utilizó un rectángulo de 0,25 × 0,25 m de lado que fue lanzado 16 veces al azar, lo que supuso una superficie inventariada por parcela de 1 m^2. En cada observación se identificaron las especies arvenses y se registró el número de individuos perteneciente a cada especie en cada una de las parcelas. Las labores en el cultivo de garbanzo fueron mecánicas en las parcelas de LC y ML (vertedera y chisel, respectivamente, en la preparación de suelo, y escardador en primavera) y químicas en parcelas de NL (2 l/ha de glifosato 12% tanto en la preparación del suelo como en el tratamiento de primavera, este último localizado entre franjas de cultivo).

Se ha utilizado el test de la mínima diferencia significativa (LSD) al 5% de probabilidad para comparar la abundancia media de arvenses en los diferentes tratamientos. Adicionalmente, se ha llevado a cabo un análisis multivariante (análisis cluster) para valorar la importancia de dos factores, el cultivo anterior de la alternativa y el sistema de laboreo, sobre la densidad de las diferentes especies arvenses.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos medios correspondientes al número de plantas por m^2 de las especies arvenses mayoritarias presentes en cultivo de garbanzo, están recogidos en la Tabla 1 (a, b, c). En la Tabla 1-a se muestran las abundancias medias de malas hierbas en función del sistema de laboreo, teniendo en cuenta a su vez el cultivo anterior de la alternativa. Podría entenderse que las diferencias observadas se deben únicamente al sistema de laboreo. Sin embargo, si realizamos un desglose de la Tabla 1-a clasificando los datos medios en función del factor sistema de laboreo (Tabla 1-b) o del factor alternativa precedente (Tabla 1-c), podemos apreciar diferencias significativas (con notable heterogeneidad en los datos) en las especies mayoritarias dependiendo del factor considerado. Por ejemplo, la densidad de *Amaranthus albus* fue superior durante el 1er año de estudio en parcelas bajo sistema de no-laboreo, independientemente del cultivo precedente de la alternativa. En cambio, la presencia de *Polygonum aviculare* resultó ser significativamente superior en parcelas donde el año anterior se había cultivado cebada en la rotación g–c, efecto que continuó durante el 3er año de experimentación. No se observaron diferencias significativas debidas al factor sistema de laboreo en *P. aviculare*. Durante el 1er año del experimento, la abundancia de *Chenopodium album* fue mayor en parcelas donde el cultivo precedente había sido girasol en la rotación c–g. Estas diferencias se manifestaron, aunque en menor medida, durante el 3er año del experimento, debidas fundamentalmente al factor sistema de laboreo (Tabla 1-b).

El análisis cluster (Figura 1) refleja claramente 2 grupos: uno formado por especies cuya densidad fue dependiente del cultivo precedente, como *P. aviculare* y *Ch. album*, y otro donde las especies arvenses no fueron afectadas por el cultivo anterior de la alternativa sino por el sistema de laboreo, entre ellas *A. albus*.

Tabla 1-a. Abundancia (plantas m^{-2}) de las especies mayoritarias en el 1er y 3er años de la rotación (hoja del garbanzo), en función del cultivo anterior de la alternativa y del sistema de laboreo.

Rotación previa [A]	Sistema laboreo [B]	*A. albus*		*C. bursa-pastoris*		*Ch. album*		*P. rhoeas*		*P. aviculare*	
		año 1	año 3	año 1	año 3	año 1	año 3	año 1	año 3	año 1	año 3
v–c	LC	0,7b	1,0b	0,0b	0,0b	0,1 b	2,0b	0,0b	1,0b	0,5b	6,0b
c–v	LC	2,7b	1,0b	0,0b	0,0b	0,0 b	1,0b	0,0b	0,0b	0,0b	1,0c
c–c	LC	1,7b	2,0b	0,0b	0,0b	0,0 b	1,0b	0,0b	0,0b	1,3b	11,0a
g–c	ML2	1,1b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0 b	0,5b	0,0b	0,5b	50,8a	12,0a
c–g	ML2	1,9b	0,0b	0,0b	0,0b	109,5 a	8,0b	0,0b	0,0b	0,0b	4,0b
g–c	ML1	4,1b	0,0b	0,0b	0,0b	2,1 b	27,5a	0,0b	1,0b	6,1b	4,5b
c–g	ML1	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	56,9 a	52,5a	0,0b	0,0b	0,0b	1,5c
v–c	NL	15,9a	3,0b	1,2a	3,0a	0,0 b	3,5b	0,7a	8,5a	0,0b	1,5c
c–v	NL	14,0a	1,5b	0,2b	0,0b	0,6 b	2,0b	0,0b	2,0b	0,2b	1,5c
c–c	NL	7,4ab	9,5a	0,1b	0,0b	0,0 b	8,0b	0,1b	0,5b	9,7b	5,5b
	LSD	9,8	5,0	0,6	1,6	35,0	14,8	0,3	4,5	14,0	2,6

Tabla 1-b. Abundancia (plantas m^{-2}) de las especies mayoritarias en el 1er y 3er años de la rotación (hoja del garbanzo), en función del sistema de laboreo.

Sistema laboreo [B]	*A. albus*		*C. bursa-pastoris*		*Ch. album*		*P. rhoeas*		*P. aviculare*	
	1er año	3er año	1er año	3er año	1er año	3er año	1er año	3er año	1er año	3er año
LC	1,7b	1,3a	0,0a	0,0a	0,0 a	1,3b	0,0a	0,3a	0,6a	6,0a
ML2	1,5b	0,0a	0,0a	0,0a	54,7 a	4,3b	0,0a	0,3a	25,4a	8,0a
ML1	2,1b	0,0a	0,0a	0,0a	29,5 a	40,0a	0,0a	0,5a	3,0a	3,0a
NL	12,4a	4,7a	0,5a	1,0a	0,2 a	4,5b	0,2a	3,7a	3,3a	2,8a
LSD	8,9	6,6	0,9	2,2	63,4	19,7	0,5	6,1	25,7	5,7

Tabla 1-c. Abundancia (plantas m^{-2}) de las especies mayoritarias en el 1er y 3er años de la rotación (hoja del garbanzo), en función del cultivo anterior de la alternativa.

Rotación previa	*A. albus*		*C. bursa-pastoris*		*Ch. album*		*P. rhoeas*		*P. aviculare*	
	1er año	3er año	1er año	3er año	1er año	3er año	1er año	3er año	1er año	3er año
v–c	8,3a	2,0a	0,6a	1,5a	0,1 b	2,8b	0,3a	4,8a	0,2b	3,8b
c–v	8,4a	1,3a	0,1a	0,0a	0,3 b	1,5b	0,0a	1,0a	0,1b	1,3b
c–c	4,6a	5,8a	0,1a	0,0a	0,0 b	4,5b	0,0a	0,3a	5,5ab	8,3a
g–c	2,6a	0,0a	0,0a	0,0a	1,0 b	14,0ab	0,0a	0,8a	28,4a	8,3a
c–g	1,0a	0,0a	0,0a	0,0a	83,2 a	30,3a	0,0a	0,0a	0,0b	2,8b
LSD	14,7	6,0	0,8	2,0	48,8	23,2	0,5	5,5	23,6	4,5

[A] c= cebada, v= veza, g= girasol. [B] LC= laboreo convencional, NL= no laboreo, ML= mínimo laboreo tras NL (1) o tras LC (2). LSD= mínima diferencia significativa (P<0,05).

CONCLUSIONES

Cuando se diseñan experimentos que tengan como objetivo el seguimiento de la flora arvense, es necesario considerar el cultivo precedente, ya que puede ser responsable de diferencias no atribuibles a los tratamientos del estudio actual. Esta variabilidad causada por el cultivo precedente en la densidad de ciertas especies puede prolongarse en el tiempo.

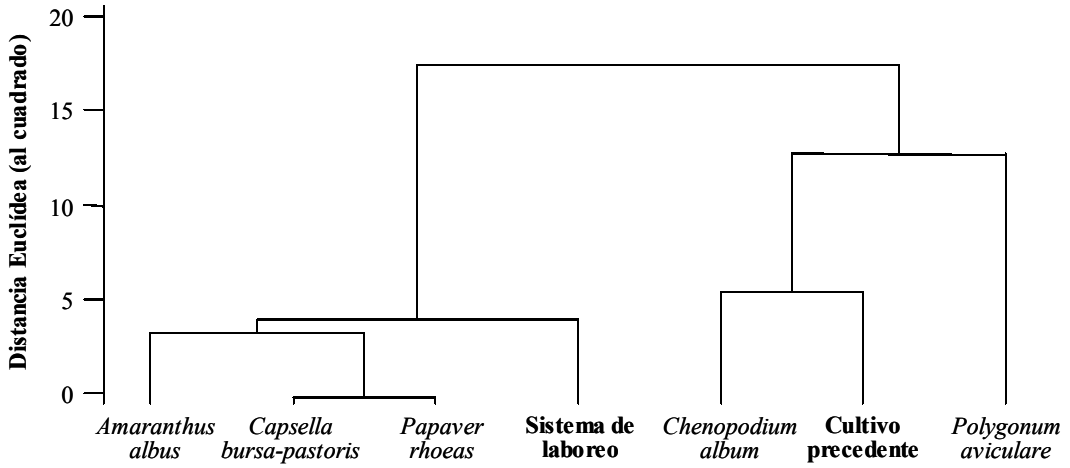


Figura 1. Dendograma del análisis cluster (método de aglomeración jerárquico del vecino más próximo) de los datos del 1er año del experimento.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICyT con referencia AGL2002-04186.

BIBLIOGRAFÍA

DORADO, J. (1995). Influencia de los sistemas de manejo del suelo en la productividad y flora arvense presente en un cultivo tipo en ambientes semiáridos de Castilla-La Mancha. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 253 pp.

CARTER, M.R.; SANDERSON, J.B.; IVANY, J.A.; WHITE, R.P. (2002). Influence of rotation and tillage on forage maize productivity, weed species, and soil quality of a fine sandy loam in the cool-mumid climate of Atlantic Canada. Soil & Tillage Research, 67, 85-98.

TØRRESEN, K.S; SKUTERUD, R.; TANDSÆTHER, H.J.; HAGEMO, M.B. (2003). Long-term experiments with reduced tillage in spring cereals. I. Effects on weed flora, weed seedbank and grain yield. Crop Protection, 22, 185-200.

ZANIN, G.; OTTO, S.; RIELLO, L.; BORIN, M. (1997). Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. Agriculture, Ecosystems & Environment, 66, 177-188.

Summary: Influence of previous crops on weed abundance in a Luvisol under a cereal–legume rotation. The evolution of weed community in a semi-arid Luvisol under three tillage systems has been analyzed. This study is part of a long-term experiment where crops have been changed from previous to current crop rotation. During the first year of the experiment, significant differences in the populations of *Polygonum aviculare* and *Chenopodium album* were observed, due to the previous crop in the rotation sequence but not to the tillage system. To a lesser extent, this influence continued in the third year of the experiment. On the other hand, the populations of *Amaranthus albus*, *Capsella bursa-pastoris* and *Papaver rhoeas* were not significantly affected by the previous crop.
Key words: crop rotation, tillage system, rainfed conditions.

OPTIMIZACIÓN DE LA COMPETITIVIDAD DEL CULTIVO DE TRIGO FRENTE A LAS MALAS HIERBAS EN CONDICIONES ECOLÓGICAS

C. de Lucas Bueno, M. J. Sánchez del Arco, G. García Muriedas, R. Alarcón, E. Hernández Plaza, L. Navarrete Martinez.
Departamento Investigación Agraria, I.M.I.A., Apdo. 127. 28800 Alcalá de Henares (Madrid).
carmen.delucas@imia.madrid.org

Resumen: Se ha estudiado la influencia que tiene la dirección de siembra (Norte-Sur, o Este-Oeste), la distancia entre las líneas de siembra (12, 17, o 23 cm), y la variedad en la capacidad de competencia del cultivo con las malas hierbas. Para ello se han evaluado varios parámetros a lo largo del ciclo del cultivo: densidad, biomasa, cobertura, índice de área foliar, intercepción de luz y ahijamiento. En la cosecha se han medido el rendimiento final y sus componentes. Los resultados obtenidos, indican que la variedad de trigo ha sido el factor más relevante en el control de las malas hierbas. En cuanto a las líneas de siembra y la dirección de siembra, no se ha encontrado efecto significativo si bien se observó una tendencia de mayor presencia de malas hierbas a mayor distancia entre líneas de siembra.

Por medio de análisis de correlación se ha determinado que, los parámetros que han tenido mayor incidencia sobre las malas hierbas han sido la biomasa de trigo, el nº de tallos/m^2 y la cobertura del trigo.

Palabras clave: competencia, variedades, cereales, dirección de siembra, distancia líneas de siembra.

INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas más acusadas en la producción de los cereales de secano es la competencia de las malas hierbas con el cultivo. Es bien sabido que cuando el agua, luz y nutrientes son limitantes, las producciones del cultivo pueden reducirse al entrar en competencia con las malas hierbas por todos o alguno de estos recursos. En agricultura ecológica las posibilidades de control de malas hierbas son menores que en agricultura convencional por lo que hay que explorar nuevas maneras de incrementar la competencia natural del cultivo en detrimento de las malas hierbas.

Una manera es mediante el control mecánico que ya otros autores han estudiado en España en cultivos de cereales (LACASTA, *et al*., 1997; ZARAGOZA *et al*., 1998) y que actúan sobre el cultivo una vez que éste está ya establecido. Otra manera es mediante la toma

de decisiones previas, como son la elección de la variedad, la distancia entre líneas de siembra y la orientación de siembra, encaminadas a optimizar la capacidad de competencia del cultivo.

La mejora tradicional se ha dirigido a la obtención de variedades más productivas y de menor talla. Ahora bien, se ha comprobado que en situaciones de altas infestaciones de malas hierbas, la producción de variedades tradicionales superaba a las modernas (DE LUCAS, 1996).

También se ha visto que estas diferencias se debían principalmente a la arquitectura de la planta y que la habilidad para cubrir el suelo era una característica que confería alta capacidad competitiva a la variedad.

En este sentido el disminuir la distancia entre las líneas de siembra también podría contribuir a aumentar la cobertura del cultivo y así su capacidad competitiva. Otro parámetro que puede afectar es la orientación de la siembra, influyendo en la cantidad de luz y sombreo como se ha visto en otras latitudes (EISELE y KÖPKE, 1997). El objetivo del presente trabajo ha sido evaluar la influencia de estos factores, la variedad, la distancia y la orientación de siembra, sobre la presencia de malas hierbas y el rendimiento del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la campaña 2001/2002 se ha realizado en la finca 'El Encín' (Alcalá de Henares, Madrid) un experimento de campo en una parcela en condiciones ecológicas. El cultivo precedente fue una leguminosa, veza (*Vicia sativa*), sembrada a 90 kg/ha e incorporada en verde; además se aplicó estiércol de oveja a dosis de 5000 Kg/ha.

Se han utilizado tres variedades de trigo, elegidas por sus diferencias en cuanto a la arquitectura de la planta. La variedad *Berdun* tiene porte erecto con hojas estrechas, y es la variedad de menor altura.; la variedad *Texel* tiene porte planófilo con hojas anchas, y es una variedad muy alta y la variedad *Marius* tiene todos estos caracteres de tipo intermedio. La dosis de siembra fue calculada de manera que todos los tratamientos tuvieran la misma densidad de cultivo, de 320 plantas por metro cuadrado.

El diseño experimental fue en split-split-plot con cuatro repeticiones. El tratamiento principal ha sido la dirección de siembra (Norte-Sur o Este-Oeste); el sub-tratamiento distancia entre las líneas de siembra (12, 17 y 23 cm) y el sub-subtratamiento la variedad de trigo.

Con el fin de conocer la presión que pueda ejercer el cultivo sobre el desarrollo de las malas hierbas en cada uno de los tratamientos, se han evaluado una serie de parámetros en el trigo y en las especies arvenses presentes de forma natural: biomasa del cultivo y de las malas hierbas, índice de Área foliar (LAI) del cultivo, intercepción de luz, cobertura del cultivo y del las malas hierbas, altura de los trigos, y ahijamiento. Estos parámetros se han determinado en estado de encañado del cereal (estado de Zadoks EC 33) y en plena floración (EC 65). En la cosecha se han determinado los rendimientos y sus componentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de varianza respecto a la población de malas hierbas (Tabla 1) muestran que las únicas diferencias encontradas se deben al factor variedad. En la variedad Texel la biomasa de malas hierbas fue significativamente mayor que en las variedades Berdun y Marius, tanto en el estado EC 33 como en el EC65. La densidad de malas hierbas fue significativamente mayor en Texel y Berdun en el estado EC 33. En cuanto a la cobertura de las mismas no hubo diferencias significativas.

Aun cuando no hubo diferencias significativas en la densidad, la cobertura y la biomasa de las malas hierbas con respecto a la distancia entre líneas de siembra, se ha observado una tendencia de incremento de dichos parámetros al aumentar la anchura entre líneas (Tabla 1).

Se ha realizado un análisis de correlación entre los parámetros evaluados en el trigo y en las malas hierbas.

En el EC 33 (Tabla 2 a), la biomasa de las malas hierbas guarda una relación significativa negativa con la biomasa del cultivo y con el nº de tallos /m^2 del trigo. Cuanto mayor es la biomasa del cultivo de trigo, mayor supresión ejerce sobre las malas hierbas. Similar correlación aparece cuando el parámetro medido es el de la cobertura. El incremento de la cobertura y del nº de tallos /m^2 del cultivo, se traduce en una reducción de la cobertura de las malas hierbas.

En el EC 65 (Tabla 2 b), igualmente se han encontrado correlaciones negativas de biomasa de las malas hierbas con la biomasa del cultivo y con el nº de tallos /m^2 del cultivo. Los rendimientos alcanzados fueron muy satisfactorios (Tabla 3), llegando hasta los 5000 Kg/ha en Berdun.

Tabla 1. Efecto de la variedad, la distancia y la orientación del cultivo sobre diferentes parámetros de las malas hierbas.

	EC	Variedad de trigo			Distancia entre lineas de siembra (cm.)			Orientación de la siembra	
		BERDUN	MARIUS	TEXEL	12	17	23	N-S	E-O
Densidad de m hierbas (pl/m^2)	33	67 a	57 b	61 a	53	64	67	68	55
Cobertura de malas hierbas(%)	33	9,2	9,2	11,8	7,3	9,9	13,0	9,4	10,8
Biomasa de malas hierbas (g/m^2)	33	23 b	25 b	44 a	19	31	42	33	22
	65	20 b	22 b	35 a	22	21	35	24	28

Diferente letra indica diferencias significativas según el test de Tukey para $\alpha < 0,05$.

Tabla 2a. Correlación entre parámetros del trigo y m. hierbas en encañado del trigo (EC 33).

	Biomasa m.hierbas	Cobertura m.hierbas	Biomasa cultivo	LAI cultivo	Altura cultivo
Cobertura m. hierbas	0,56***				
Biomasa cultivo	-0,24*	ns			
LAI cultivo	ns	ns	0,45***		
Altura cultivo	ns	ns	0,31**	ns	
Intercepción luz cultivo	ns	ns	ns	ns	0,31**
Cobertura cultivo	ns	-0,28*	ns	ns	ns
Nº tallos/m^2	-0,42***	-0,35**	0,38***	0,61***	ns

Valores de p , * $p < 0,05$ ** $p<0,01$ *** $p<0,001$

Tabla 2b. Correlación entre parámetros del trigo y m. hierbas en floración del trigo (EC 65)

	Biomasa malas hierbas	Biomasa cultivo	LAI cultivo
Biomasa cultivo	-0,23*		
LAI cultivo	ns	0,60***	
Altura cultivo	0,36*	ns	0,26*
Nº tallos/m^2	-0,36**	0,52***	ns

.

Tabla 3. Efecto de la variedad, la distancia entre líneas de siembra y la orientación sobre los rendimientos del cultivo.

	Variedad de trigo			Distancia (cm.)			Orientación	
	BERDUN	MARIUS	TEXEL	12	17	23	N-S	E-O
Rendimientos (kg/ha)	5.030 a	4.490 b	4.410 b	4.820	4.500	4.610	4.760	4.530

Diferente letra indica diferencias significativas según el test de Tukey para $\alpha < 0,05$.

En nuestras condiciones semiáridas se confirman los resultados obtenidos en otras latitudes (EISELE y KÖPKE, 1997; LEMERLE, 2001) sobre la diferencia de habilidad competitiva entre variedades de trigo.

En este ensayo y la presente campaña, los parámetros que han sido decisivos en el incremento de la capacidad competitiva del cultivo han sido la biomasa y el nivel de ahijamiento a diferencia de otros estudios que afirman que los caracteres que confieren esta habilidad al cultivo se basan en la arquitectura de la planta, en relación a su capacidad de interceptar la luz y sombrear las malas hierbas (DE LUCAS, 1996; EISELE y KÖPKE, 1997). Por otro lado, mientras que en los estudios de EISELE y KÖPKE (1997), ha habido una influencia de la orientación sobre la supresión de las malas hierbas, en nuestros estudios no ha existido esta influencia, quizás debido a las diferentes condiciones de luz solar existe en nuestra zona.

La elección de una variedad competitiva junto con la adecuada distancia entre líneas de siembra no supondría un coste extra alguno y podría ser una herramienta eficaz para el manejo de las malas hierbas en agricultura ecológica.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se está realizando gracias al proyecto 'WECOF: Strategies of Weed Control in Organic Farming' financiado por la UE, V Programa Marco.

BIBLIOGRAFIA

DE LUCAS BUENO, C. (1996). The role of cultivar choice for enhanced competitive ability of wheat. PhD Thesis, University of Reading, Reino Unido.

EISELE, J.A.; KOPKE, U. (1997). Choice of variety in organic farming: New criteria for winter wheat ideotypes. Pflanzenbauwissen-schaften, 1(1), 5, 19-24.

LACASTA, C.; GARCIA MURIEDAS, G.; ESTALRICH, E.; MECO, R. (1997). Control mecánico de adventicias en cultivos herbáceos de secano. Actas del Congreso 1997 de la SEMh, 37-40.

LEMERLE, D.; VERBEEK, B,; ORCHARD, B. (2001). Ranking the ability of wheat varieties to compete with *Lolium rigidum*. Weed Research, 41, 197-209.

ZARAGOZA, C., AIBAR, J.; CAVERO, J.; CIRIA, P.; CRISTOBAL, M.V.; DE BENITO, A.; GARCIA MARTIN, G.; GARCIA MURIEDAS G.; HERNANDEZ, J.; LABRADOR, J.; LACASTA, C.; LAFARGA, a.; LEZAUN, J.A.; MECO, R.; MOYANO, A.; NEGRO, M.J.; SOLANO, M.L.: VILLA, F. y VILLA, I. (1998). Manejo ecológico de agrosistemas en secanos semiáridos. Resultados de doce ensayos sobre fertilización y escarda. Actas III Congreso de la SEAE, 75-81.

Summary: Optimisation of the crop competitive ability against weeds in organic farming conditions. The three factors studied in a wheat crop to enhance its competitive ability against weeds are drilling direction (North-South, East-West), drilling distance (12 cm, 17,5 cm, 23 cm. between rows), and cultivar. Density, biomass and ground cover of crop and weeds, as well as leaf area, tillering capacity and light interception have been assessed at growth stages ZS33, and ZS 65, and wheat yield at maturity.

Results show that the most relevant factor on the weed biomass and density was the choice of wheat cultivar. Although the effect of drilling direction or drilling distance was not significant, a trend was observed such that the larger the distance between rows, the greater the weed biomass. The crop parameters more closely correlated with weed cover and weed biomass were wheat biomass, tillers/sq. meter and wheat cover.

Key words: competition, varieties, cereals, drilling direction, row drilling distance.

EFECTO DEL LABOREO DEL SUELO EN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS SEMILLAS DE *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.

A.M.C. Verdú, M.T. Mas
Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola de Barcelona. DEAB-UPC
Comte d'Urgell 187 (08036 Barcelona)
amc.verdu@upc.es, maite.mas@upc.es

Resumen: En este trabajo se presenta una exploración del efecto del trabajo del suelo en la distribución espacial de las semillas de *Digitaria sanguinalis* en unas parcelas contiguas bajo rotación de cultivos (guisante-trigo-trigo-cebada) situadas en la finca Torre Marimon (Caldes de Montbui, Vallès Oriental, Barcelona). El contenido de semillas de esta especie varía según sea el trabajo del suelo efectuado: en laboreo convencional (LC) no se detectaron semillas en el suelo (entre 0 y 10 cm de profundidad). Los resultados indican que la población de semillas de *Digitaria sanguinalis* en laboreo mínimo (LM) presenta un grado de agregación distinto que la de siembra directa (SD).
Palabras clave: Banco de semillas del suelo, DIGSA, distribución binomial negativa, garranchuelo, rotación.

INTRODUCCIÓN

La distribución espacial de las malas hierbas se ha convertido en un tema de elevado interés, en gran medida debido al enorme potencial que presentan los métodos de mapeo con vistas a ser utilizados en los tratamientos de control de las especies arvenses. Este campo ha dejado de ser una curiosidad científica. Según REW y COUSENS (2001), los métodos de análisis estadísticos utilizados para describir los datos se pueden dividir en dos grandes clases, los denominados espacialmente implícitos y los espacialmente explícitos. Estos últimos tienen en consideración la localización precisa de los datos.

La pauta de distribución espacial de las malas hierbas está influenciada por numerosos factores, entre los que se encuentran los relativos al manejo del cultivo. El objetivo de esta contribución es prospectar la incidencia del tipo de laboreo del suelo en la distribución espacial de las semillas de *Digitaria sanguinalis* presentes en el banco del suelo. A la escala de muestreo escogida, los ecólogos interpretan que si las frecuencias de conteo se ajustan a una binomial negativa puede decirse que la población tiende a la agregación de individuos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la finca Torre Marimon de la Diputación de Barcelona (Caldes de Montbui, Vallès Oriental), en tres parcelas contiguas (30 x 90 m) en las que se practicó distinto laboreo (SD: siembra directa; LM: laboreo mínimo; y LC: laboreo convencional) desde la campaña 1993-94, en la que se inició una rotación de cultivos (guisante-trigo-trigo-cebada).

El 12 de julio del 2001, después de cosechar la cebada, se tomaron 72 muestras en la zona central interna de cada parcela de laboreo utilizando una malla de 3 x 3 m. Las muestras de suelo se obtuvieron clavando un cilindro metálico de 10 cm de longitud y 4.5 cm de diámetro. Para cada muestra se determinó el número de semillas en submuestras representativas de 150 g utilizando el método de CARRETERO (1977). Se identificaron y contaron las semillas bajo una lupa binocular (10x). La viabilidad se determinó presionando ligeramente cada semilla y asumiendo que aquellas que resistían la presión eran viables (UNGER *et al*., 1999).

El análisis de las distribuciones de frecuencias de los conteos de semillas de *Digitaria sanguinalis* de las parcelas se practicó mediante los ajustes a una distribución binomial negativa (DBN) utilizando el procedimiento GENMOD (SAS Institute, 1999). De acuerdo con este procedimiento, el parámetro de dispersión (k_D) se define

$$k_D = \frac{VAR\,(Y) - \mu}{\mu^2}$$

donde *VAR (Y)* es la función de varianza y μ la media poblacional. Cuando k_D vale cero la distribución binomial negativa coincide con una distribución de Poisson.

También se ha calculado el coeficiente de agregación (k_A) utilizando la expresión

$$k_A = \frac{\bar{x}^2 - (s^2/n)}{s^2 - \bar{x}}$$

donde s^2 es la varianza, $\bar{x}$ la media y n el número de semillas observadas en la muestra. Cuanto menor es el valor de k_A mayor grado de agregación espacial presenta la población estudiada.

Los gráficos que se presentan se han obtenido mediante el procedimiento G3D del citado paquete estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras de la parcela LC no contenían semillas de *Digitaria sanguinalis*. Los valores de las medias del número de semillas en 150 g de suelo en las muestras correspondientes a las parcelas SD y LM son de 0.24 y 2.75, respectivamente (tabla 1). Estos resultados están en consonancia con los obtenidos por otros autores. BÀRBERI y LO CASCIO (2001) compararon el banco de semillas en cultivos de cereales en SD, LM y LC y encontraron que las semillas de *D. sanguinalis* se localizaban preferentemente en LM y SD. MOHLER y CALLOWAY (1992), en cultivos de maíz, observaron que *D. sanguinalis* mostraba una emergencia de plántulas significativamente menor en LC que en SD. Estos autores lo atribuyen a la mayor profundidad a la que se sitúan las semillas en LC, y a que quizás exista una mayor mortalidad de las semillas en LC. Si las semillas se sitúan a una profundidad de 6 cm o superior, las plántulas de esta especie no emergen (BENVENUTI *et*

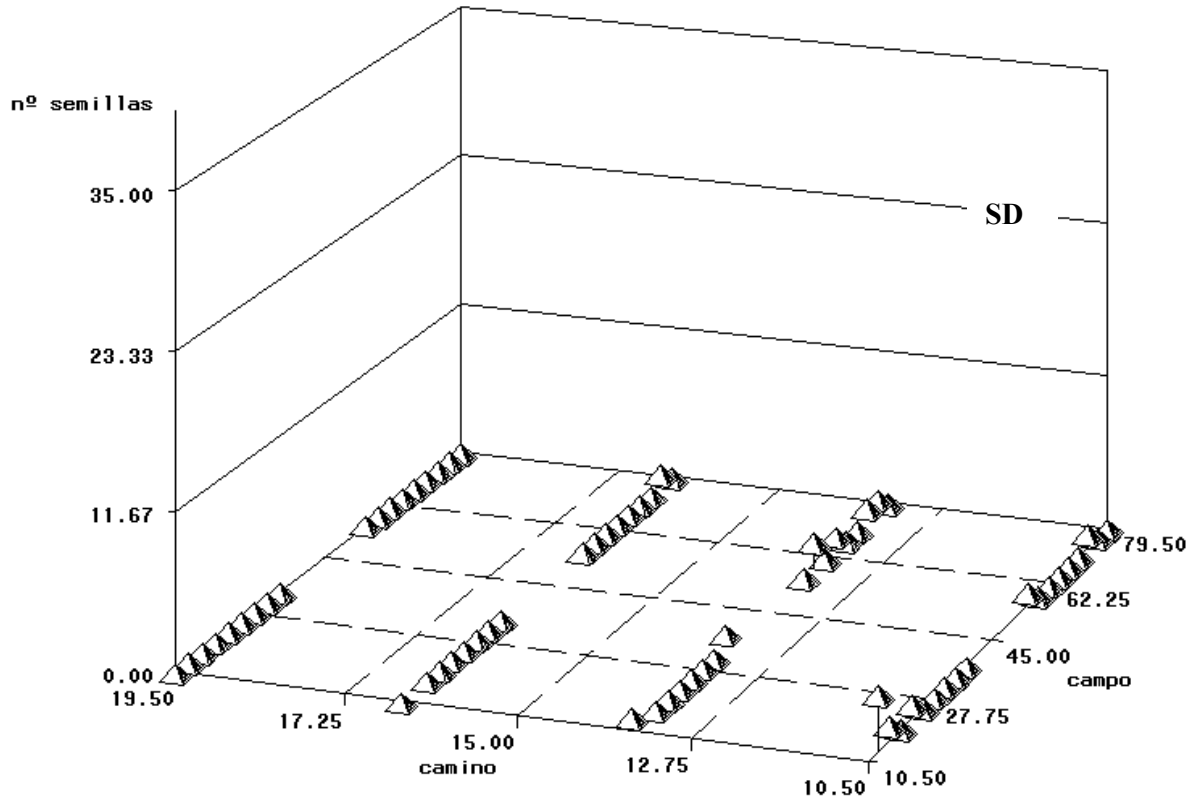
al., 2001). Por su parte, las diferencias encontradas entre SD y LM quizás podrían atribuirse a la pérdida de viabilidad de las semillas que caen en la superficie del suelo en SD, debido a que su mayor contenido en materia orgánica estimula la actividad de microorganismos descomponedores (HOUSE y BRUST, 1989).

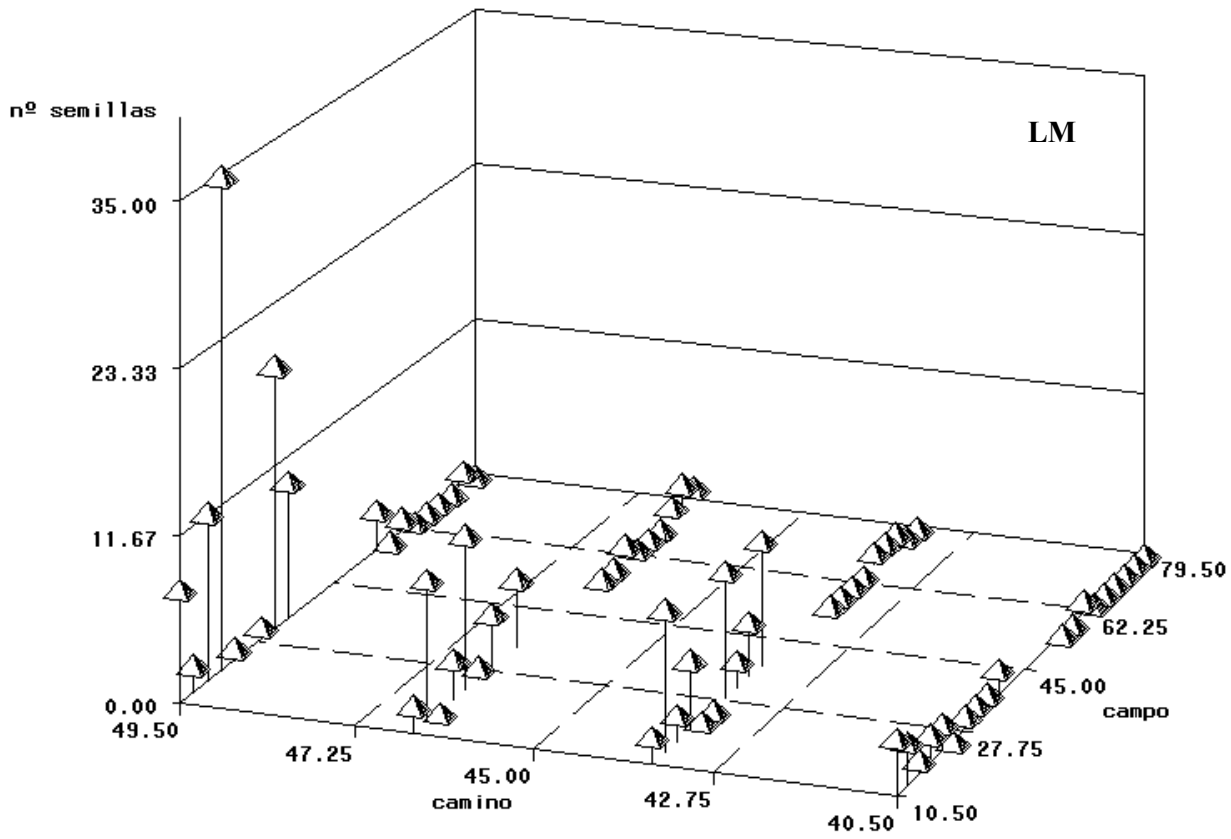
Tabla 1. Número de semillas de *Digitaria sanguinalis* en parcelas con distinto laboreo de suelo (SD: siembra directa y LM: laboreo mínimo) y bajo rotación de cultivos (guisante-trigo-trigo-cebada) situadas en Torre Marimon (Caldes de Montbui, Barcelona).

Laboreo del suelo	Media número semillas en 150 g suelo	Coeficiente de variación (%)	Nº de Observaciones
SD (siembra directa)	0.24	261	72
LM (laboreo mínimo)	2.75	193	72

La distribución espacial de los conteos se muestra en los mapas de superficie de la figura 1. Los coeficientes de dispersión (k_D) obtenidos mediante el ajuste de las distribuciones de frecuencias a una distribución binomial negativa fueron 1.90 en SD y 2.42 en LM, y los coeficientes de agregación (k_A) fueron 0.43 en SD y 0.29 en LM. Conviene señalar que, debido a que el número total de semillas observado en SD es muy bajo sería necesario incrementar el muestreo en esta parcela (AMBROSIO *et al*., 1997).

Figura 1. Distribución del número de semillas de *Digitaria sanguinalis* en dos parcelas con distinto laboreo del suelo (SD: siembra directa y LM: laboreo mínimo) situadas en Torre Marimon (Caldes de Montbui, Barcelona).





Los resultados indican que la población de semillas de *Digitaria sanguinalis* en SD presenta un menor grado de agregación que en LM. CHAUVEL *et al*. (1989) detectaron que las semillas de esta especie exhibían una distribución de contagio y hallaron valores del coeficiente de agregación que se situaban entre 0.48 y 2.71.

CONCLUSIONES

Después de 8 años consecutivos de idéntico tipo de laboreo no se han encontrado semillas de *D. sanguinalis* en los primeros 10 cm de suelo en laboreo convencional, situación que podría atribuirse a que las plántulas no emergen si las semillas están a más de 6 cm de profundidad. Por lo que respecta al laboreo mínimo y siembra directa, el promedio de semillas en 150 g de suelo fue de 2.75 y 0.24 respectivamente. La distribución de la población de semillas presentó un grado de agregación más elevado en laboreo mínimo que en siembra directa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT REN2000-1709-C04-03/GLO. Estamos en deuda con Julia Pérez por su gran ayuda en el procesado de muestras de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

AMBROSIO, L.; DORADO, J.; DEL MONTE, J.P. (1997). Assessment of the sample size to estimate the weed seedbank in soil. Weed Research, 37, 129-137.

BÀRBERI, P.; LO CASCIO, B. (2001). Long term tillage crop rotation effects on weed seedbank size and composition. Weed Research, 41, 325-340.

BENVENUTI, S.; M. MACCHIA; MIELE, S. (2001). Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. Weed Science, 49, 528-535.

CARRETERO, J.L. (1977). Estimación del contenido de semillas de malas hierbas de un suelo agrícola como predicción de su flora adventicia. An. Inst. Bot. Cavanilles, 34, 267-278.

CHAUVEL, B.; GASQUEZ, J.; DARMENCY, H. (1989). Changes of weed seed bank parameters according to species, time and environment. Weed Research, 29, 213-219.

HOUSE, G.J.; BRUST, G.E. (1989). Ecology of low-inmput, no-tillage ecosystems. Agriculture, Ecosystems & Environment, 27, 331-345

MOHLER, C.L.; CALLOWAY, M.B. (1992). Effects of tillage and mulch on the emergence and survival of weeds in sweet corn. Journal of Applied Ecology, 29, 21-34.

REW, L.J.; COUSENS, R.D. (2001). Spatial distribution of weeds in arable crops: are current sampling and analytical methods appropiate? Weed Research, 41, 1-18.

SAS Institute Inc. (1999). SAS OnlineDoc®, Version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc.

UNGER, P.W.; MILLER, S.D.; JONES, O.R. Weed seeds in long-term dryland tillage and cropping systems plots. (1999). Weed Research, 39, 213-223.

Summary: Tillage effects on spatial distribution of *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. seeds

The effect of tillage on soil *Digitaria sanguinalis* seed bank was studied. A field survey was carried out to assess the spatial distribution of the viable seeds on the surface and in the soil in three adjacent plots under crop rotation (pea-wheat-wheat-barley) located in Torre Marimon (Caldes de Montbui, Vallès Oriental, Barcelona). The numbers of seeds vary with the tillage system that was practiced. Under conventional tillage (LC) no seeds (samples from 0 - 10 cm depth) were detected. The spatial distribution of seeds under minimum tillage (LM) and under no tillage (SD) was described by negative binomial distribution.

Key words: Crabgrass, crop rotation, DIGSA, negative binomial distribution, soil seed bank.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS COMUNIDADES ARVENSES EN CULTIVOS DE CÍTRICOS CON DISTINTO MANEJO EN LAS CALLES

M.T. Mas, A.M.C. Verdú
Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola de Barcelona. DEAB-UPC
Comte d'Urgell 187 (08036 Barcelona)
maite.mas@upc.es, amc.verdu@upc.es

Resumen: En la zona citrícola circundante al delta del Ebro se inventarió la flora arvense de las calles de 21 parcelas manejadas mediante siega mecánica y de 39 parcelas en régimen de siega química. Los espectros de formas vitales obtenidos para los dos tipos de manejo fueron muy similares, sólo difirieron a p=0.10 en el % de caméfitos (menor en siega mecánica) y de terófitos (mayor en siega mecánica). La distribución de frecuencias de especies en los inventarios fue mucho más uniforme en las parcelas manejadas mediante siega mecánica.
Palabras clave: mandarineros, producción integrada, manejo vegetación espontánea, formas vitales de Raunkjaer.

INTRODUCCIÓN

La producción integrada surge de la necesidad de compaginar la explotación de los recursos agrarios con la protección del ecosistema y la conservación del potencial productivo de las tierras (LLANOS, 1999). En este contexto aparecen conceptos como el de manejo integrado de malas hierbas o control integrado de las malas hierbas que suponen la combinación de diversas estrategias para la producción de los cultivos (FERNÁNDEZ-QUINTANILLA *et al*., 1999). Aunque el uso del término integrado sea reciente, según TERRY (1997) no hay que olvidar que a menudo el manejo de las malas hierbas se ha practicado de una forma integrada. Como indica el mencionado autor, no se pueden controlar las malas hierbas sin considerar los métodos de preparación del terreno, las fechas de siembra, los marcos de plantación y otros muchos factores que influyen en su desarrollo.

Por lo que se refiere a cítricos, en Catalunya apareció la primera normativa sobre Producción Integrada en noviembre de 1996. Desde entonces se ha pasado de 215 ha (1996/1997) a 302 ha (2000/2001) cultivadas, todas ellas en la provincia de Tarragona; y la producción ha experimentado un incremento de 5500 t (1996/1997) a 8544 t (2000/2001) (D.A.R.P., 2003). En el 2001 se publicó una norma técnica para la denominación genérica Producción Integrada de Cítricos (GENERALITAT DE CATALUNYA, 2001). La normativa hace hincapié en que las calles de la explotación deben mantenerse obligatoriamente con una

cubierta vegetal, ya sea espontánea o sembrada; tan sólo de forma excepcional se permite realizar un laboreo superficial para incorporar abono orgánico al final del periodo invernal.

En este trabajo se presentan algunos resultados de un análisis preliminar de la flora arvense presente en la zona citrícola del delta del Ebro realizado en la primavera de 2002. Corresponde a la fase inicial de un estudio que persigue explorar el uso de especies arvenses en las cubiertas vegetales de las calles de los cultivos y el efecto de la utilización de diversos tipos de acolchado en las líneas de árboles sobre las malas hierbas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre el 8 de abril y el 12 de junio de 2002 se inventarió la flora arvense de 60 parcelas de cítricos situadas en 20 municipios del Sur de Tarragona y Norte de Castellón. Se distinguió entre (1) parcelas en las que el manejo de la flora arvense se realizaba mediante la siega química (2) parcelas en las que el manejo se realizaba mediante siega mecánica. En todos los casos los árboles eran mandarineros injertados sobre citrange Carrizo en producción.

Los inventarios se llevaron a cabo mediante el muestreo de unos 300 m^2 distribuidos en dos calles (superficie entre filas de árboles) de la zona central de cada parcela. Cada inventario consistió en un listado de las especies presentes en cada parcela, determinadas según BOLÒS *et al.* (1993). A partir de los inventarios se calculó la frecuencia relativa de cada especie. Por otro lado se asignó a cada especie inventariada uno de las cinco formas vitales de Raunkjaer utilizando la clasificación simplificada recogida en MASALLES *et al.* (1988), de manera que se obtuvo el espectro de formas vitales en porcentajes de fanerófitos, caméfitos, hemicriptófitos, geófitos, y terófitos.

Los porcentajes de cada una de las cinco formas vitales consideradas se transformaron mediante la función arcoseno y se sometieron a un análisis de la varianza contemplando un solo factor (el tipo de manejo) seguido de una separación de medias mediante el test HSD de Tukey diferenciando dos niveles: siega mecánica y siega química. Para ambos análisis estadísticos se utilizó el procedimiento GLM del paquete SAS (SAS Institute, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El factor manejo de la flora arvense no fue significativo a $p=0.05$ para el porcentaje medio de ninguna de las cinco formas vitales consideradas (Tabla 1). A un nivel de significación del 10 %, sin embargo, el manejo puede considerarse una fuente de variación significativa tanto en el porcentaje de caméfitos (2.6 % en las parcelas en las que se aplica herbicida y 0.8 % en las segadas mecánicamente), como en el porcentaje de terófitos (un 7.2 % mayor en las parcelas en régimen de siega mecánica).

Tanto entre las parcelas segadas mecánicamente como en las segadas químicamente existe una gran heterogeneidad. Por ejemplo, el procedimiento de siega mecánica no se instauró en todas las parcelas al mismo tiempo, ni se realizó con la misma frecuencia ni tampoco a la misma altura respecto al suelo; y en cuanto a la aplicación de herbicida, aunque suele ser glifosato, tampoco fue constante ni la formulación ni la frecuencia o la época de aplicación. A pesar de ello es destacable, quizás por inesperado, que no existan diferencias significativas en las proporciones de geófitos ni de hemicriptófitos entre los dos tipos de parcelas. A priori la siega mecánica quizás debería favorecer a los hemicriptófitos, cuyos tallos rastreros y hojas basales no sufren con este tratamiento, y a los geófitos, que tienen capacidad para pasar un cierto periodo desfavorable gracias a las reservas acumuladas en los tallos subterráneos. Uno de los objetivos del manejo de flora arvense suele ser evitar la

dominancia de una o pocas especies (LIEBMAN y DICK, 1993), vigilando especialmente la presencia de geófitos que pueden convertirse además de dominantes en muy persistentes. En las parcelas inventariadas se encontraron 4 especies de geófitos.

Tabla 1. Porcentaje medio de cada una de las formas vitales en las parcelas inventariadas manejadas por siega química (39 parcelas) y por siega mecánica (21 parcelas). En la última fila se encuentra la significación del efecto manejo en el análisis de la varianza realizado.

	fanerófitos	caméfitos	hemicriptófitos	geófitos	terófitos
siega mecánica	3.6 % a*	0.8 % A	10.7 % a	3.0 % A	81.0 % a #
siega química	3.1 % a	2.6 % B	14.8 % a	4.6 % A	73.8 % b
Significación	0.7441	0.0939	0.1800	0.3490	0.0529

* Distinta letra en una misma columna indica que el arcoseno de las medias es diferente según el test HSD de Tukey a p=0.1. A p=0.05 no se encontraron diferencias en ningún caso.
# Los porcentajes de las filas no suman 100 % porque en algunos casos no se pudo determinar la especie y no se le asignó forma vital alguna.

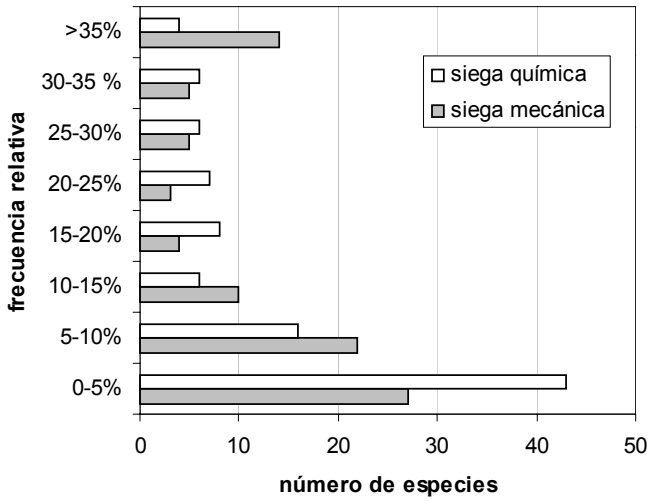


Figura 1. Presencia de las distintas especies inventariadas en términos de frecuencia relativa (porcentaje de inventarios con presencia de la especie respecto al total) considerando los dos tipos de manejo de la flora arvense en las calles.

En las parcelas tratadas con herbicida se inventariaron 96 especies distintas, y en las segadas mecánicamente 90. La figura 1 refleja que el número de especies mayoritarias es mucho más reducido cuando el manejo se realiza mediante siega química.

CONCLUSIONES

No existen diferencias importantes en el espectro medio de formas vitales de las comunidades arvenses atribuibles al hecho de que su manejo se realice mediante la aplicación de herbicidas o mediante siega mecánica. En ambos tipos de manejo predominan las plantas

anuales (81% en siega y 74 % si se aplican herbicidas), seguidas por las plantas que presentan yemas de resistencia a ras del suelo (12% en promedio).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias la financiación concedida a través del proyecto RTA-02-068.

BIBLIOGRAFÍA

BOLOS, O. de; VIGO, J.; MASALLES, R.M.; NINOT, J.M. (1993). Flora manual dels Països Catalans. Ed. Pòrtic, 2ª ed. Barcelona.

DEPARTAMENT D'AGRICULTURA RAMADERIA I PESCA. (2003) Quadre resum de la situació de la Producció Integrada a Catalunya des de l'any 1995 a l'any 2001. [documento electrónico] http://www.gencat.es/darp/c/camp/pi/quapi01.pdf

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; M. GARRIDO; ZARAGOZA, C. (Eds.) (1999). Control integrado de las malas hierbas. Buenas prácticas agrícolas. Phytoma-España, Valencia.

GENERALITAT DE CATALUNYA. (2001) Norma tècnica per a la Denominació Genèrica Producció Integrada de cítrics. 2001. DOGC núm. 3523 [documento electrónico] http://www.gencat.es/darp/c/camp/pi/cinteg03.htm#top

LIEBMAN, M.; DICK, E. (1993) Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecological Applications 3, 92-122.

LLANOS, M. (1999). Producción integrada en cítricos. Vida rural, 88. [documento electrónico]. http://www.eumedia.es/articulos/vr/hortofrut/88citricos.htm

MASALLES, R.M.; CARRERAS, J.; FARRÀS, A.; NINOT, J.M.; CAMARASA, J.M. (1988). Història Natural dels Països Catalans. 6: Plantes Superiors. Encicl. Catalana S.A. Barcelona.

SAS Institute Inc. (1999). SAS OnlineDoc®, Version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc.

TERRY, J. (1997). Producción integrada. Una perspectiva sobre herbicidas. Actas del Congreso 1997 SEMh, Valencia, pp 17-28.

Summary: Comparative study of weed communities of citrus orchards depending on middles management programs. A floristic analysis was performed in the citrus production area of Ebro Delta. Species were listed observing row middles of 21 plots mechanically mowed and 39 plots chemically mowed. Spectra based on life forms were obtained from the two types of plots. They were different solely on % of chamaephytes (higher in mechanical mowing) and on % of therophytes (lower in mechanical mowing) at p=0.1. Species frequency distribution was much more uniform in mechanically mowed plots than in chemically mowed ones.

Key words: mandarine orange tree, integrated production, native vegetation management, Raunkjaer's life forms.

ESPECIES DE PLANTAS ESPONTÁNEAS INFECTADAS POR C*ucurbit yellow stunting disorder virus* EN CULTIVOS COMERCIALES DE CUCURBITÁCEAS DE INVERNADERO EN ALMERÍA.

L. Ruiz., D. Janssen, E. Segundo, G. Martín-Bretones, M. Cano, A. Belmonte, I.M. Cuadrado
Unidad de Virología, Centro de Investigación y Formación Agraria, Paraje San Nicolás, Autovía del Mediterráneo, Km 420, 04700 La Mojonera, Almería. virucifa@arrakis.es

Resumen: La eliminación de malas hierbas y vegetación espontánea dentro y en la cercanía de los cultivos hortícolas comerciales forma parte de las prácticas culturales de control de enfermedades causadas por virus en los cultivos es recomendable, puesto que estas especies encontradas en zonas productivas pueden ser reservorio de virus y/o de su vector. Este tipo de recomendación es también usual para el control de la enfermedad del amarilleo en cucurbitáceas, causadas por *Cucurbit yellow stunting disorder virus* (CYSDV) (*crinivirus*) y transmitidos por la mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleurodidae). Para evaluar el papel de la vegetación espontánea y de las malas hierbas como vector de dicho virus, se ha recolectado 540 plantas pertenecientes a 32 especies en invernaderos comerciales. Tras análisis mediante hibridación con sondas genéticas específicas del virus, se han encontrado 23 especies portadora de CYSDV, algunas de ellas con tasas de infección entre 40 y 80 % de las plantas recolectadas. Es la primera vez que se demuestra la existencia de CYSDV en malas hierbas en invernaderos comerciales, con lo cual se confirma que la eliminación de estas y de las plantas espontáneas que les rodean, es una medida necesaria en el control de la enfermedad causada por dicho virus en cultivos comerciales de hortícolas.
Palabras clave: mosca blanca, *Bemisia tabaci*, control, malas hierbas.

INTRODUCCIÓN

Las técnicas agronómicas que han convertido la horticultura intensiva en invernadero en el sur-este de España en un sistema de producción altamente productiva, proporcionan igualmente las condiciones óptimas para que aparezcan determinadas especies espontáneas, muchas de las cuales actúan como mala hierba (PASCUAL *et al*., 1986). A su vez, muchas de estas especies juegan un papel fundamental en la situación fitosanitaria de los cultivos puesto que a menudo son reservorio de virus y de insectos vectores (DUFFUS, 1971; BOS, 1981). De estos últimos, la mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Aleurodidae) es considerada entro los vectores más importantes en los invernaderos del sur-este de España. Desde su aparición en 1988, este artrópodo ha conllevado la introducción y propagación de una serie de virus causando enfermedades tanto en cultivos de solanáceas (*Tomato yellow leaf curl virus*

(TYLCV) y *Tomato chlorosis virus* (ToCV)) como en cultivos de cucurbitáceas (*Cucurbit yellow stunting disorder virus* (CYSDV), y *Cucumber vein yellowing virus* (CVYV)), causando grandes perdidas económicas (JANSSEN y CUADRADO, 2001). Como parte de la estrategia de control de estas enfermedades, se recomienda la eliminación de plantas no deseadas dentro y en la cercanía de los cultivos hortícolas (ANÓNIMO, 2001; ANÓNIMO, 2002).

CYSDV (familia *Closteroviridae*, género *Crinivirus*) causa la enfermedad del amarilleo en cultivos comerciales de melón, pepino, sandía y calabacín. Dicha enfermedad se caracteriza por la aparición de puntos cloróticos en las zonas internerviales de las hojas más viejas, que se van extendiendo hasta que todo el limbo queda amarillo excepto los nervios que permanecen verdes (CELIX *et al.,* 1996) y se estima que un cultivo infectado pueda sufrir perdidas entre 40 y 60 %. No existe ningún estudio sobre la presencia de CYSDV en malas hierbas asociadas con cultivos de hortícolas.

Con objeto de estimar el posible papel de vegetación espontánea como reservorio de CYSDV y por tanto, implementar prácticas culturales de control adecuadas, se ha estudiado la presencia de CYSDV mediante hibridación molecular con sondas nucleotídicas específicas en una serie de individuos de diferentes especies de plantas presentes en los invernaderos que pueden causar efectos nocivos para el cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal.

Se ha visitado 20 invernaderos de cultivos de cucurbitáceas (melón, pepino, sandía y calabacín), donde se han recogido, al menos 5 ejemplares de cada especie planta espontánea encontrada por invernadero. Los invernaderos muestreados fueron situadas en distintos lugares de la zona productiva de la provincia de Almería (Campos de Dalías y Nijar). Se determinó la familia y la especie de las plantas recogidas y de cada ejemplar se realizó una impronta con un corte transversal del tallo sobre una membrana de nylon. Improntas de plantas de pepino sanos e infectados fueron también aplicadas como controles positivos y negativos.

Detección de CYSDV.

Para su realización se empleó una sonda cDNA marcado con digoxigenina, y producido mediante PCR (PCR DIG Labeling Mix), a partir de un plásmido pGEM-T easy (Promega) con un inserto obtenido de plantas infectadas por CYSDV mediante RT-PCR utilizando cebadores específicos del virus (CELIX *et al.,* 1996). Los cebadores fueron 5'-ATGGCGAGTTCGAGTGAGAA-3' y 5'-TTGGGCATGTGACAT-3'. Las membranas con las improntas fueron introducidos en una solución de hibridación (5 x SSC (20xSSC = 3 M NaCl, 0.3 M citrato sodico, pH 7), 0.02 % dodecilo sulfato sódico (SDS), 0.1 % N-laurilsarcosina sódica, 2 % Blocking Reagent y 50 % de formamida) durante 1 hora a 65 ºC. Tras hibridación durante 18 horas 65ºC con la sonda marcada con digoxigenina, las membranas fueron lavados durante 10 min a temperatura ambiente en 2xSSC, 0.1% SDS, seguidos por 2 lavados de 15 min en 0.1xSSC, 0.1% SDS a 68ºC. Luego las membranas fueron incubadas con 1% de Blocking Reagent, seguido por anticuerpos anti-digoxigenina-AP Fab y finalmente lavados en tampón maleato con 0.3% de Tween 20. Se realizó la detección mediante quimioluminiscencia con CSPD según las instrucciones del fabricante y con una exposición a Lumifilm durante la noche. Todos los materiales fueron de Roche (Barcelona) a si no es mencionado diferente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se han recogido 540 ejemplares de plantas de malas hierbas pertenecientes a 32 especies distintas. En todos los invernaderos se han encontrado plantas espontáneas infectadas por CYSDV. De todas las especies analizadas, tan solo se han sido estudiadas con anterioridad la presencia de CYSDV en *Sonchus oleraceus* L.y *Malva parviflora* L., que no resultaron ser huéspedes del virus (CELIX et al, 1996), dato contrario a nuestros resultados obtenidos por hibridación.

En total se ha encontrado 23 especies de plantas espontáneas como huésped de CYSDV: *Conyza bonariensis* (L.) Cronq., *Sonchus tenerrimus* L., *Aster squamatus* (Sprengel.) Hieron, *Sonchus oleraceus, Sonchus Asper* (L) Hill., *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter, *Launaea fragilis* Asso, *Conyza albina* Willd. Ex Sprengel, *Ononis natrix-ramosissima* (Desf.) Batt. in Batt.& Trabut, *Chenopodium murale* L., *Trigonella monspeliaca* L., *Suaeda sp*. L., *Convolvulus arvensis* L., *Setaria verticullata* (Lam.) Beauv., *Setaria pumila* (Poiret.) Roemer & Schultes, *Portulaca oleracea* L., *Parietaria judiaca* L., *Amaranthus viridis* L., *Amaranthus muricatus* (Moq.) Hieron., *Amaranthus blitoides* S. Watson, *Solanum nigrum* L., *Malva parviflora*, y *Chamaesyce serpens* (Kunth) Small.

Además, encontramos 9 especies de plantas espontáneas que no han dado indicios de ser huésped del virus: *Trifolium pratense* L., *Chenopodium chenopodioides* (L.) Aellen, *Setaria adhaerens* (Forsskal) Chiov., *Setaria geniculata* (Lam.) Beauv., *Amaranthus blitum* L. supsp. *Emarginatum* (Moq. ex Uline & Bray), *Datura innoxia* Miller, *Nicotiana glauca* R.C. Graham, *Echium creticum* L. subsp. *coincyanum* (Lacaita) R. Fernandes y *Heliotropium europaeum* L..

Con respecto a la tasa de infección, fue particularmente elevada en *Malva parviflora* (80%), *Trigonella monspeliaca* (70%), *Parietaria judiaca* (61%), *Sonchus oleraceus* (43%), *Ononis natrix-ramosissima* (40%), y *Solanum nigrum* (40%). El resto de las especies infectadas presentaron tasas de infección entre 5 y 31%.

Con anterioridad, no había citas en la literatura sobre estudios exhaustivos en la presencia de CYSDV en malas hierbas asociadas con cultivos de hortícolas. Sin embargo, para otros virus transmitidos por mosca blanca, se han manifestado la importancia de estas plantas como reservorio de virus, como en los casos de TYLCV (NAVAS-CASTILLO *et al*., 1999), ToCV (FONT SAN AMBROSIO *et al*., 2003) y CVYV (JANSSEN *et al.,* 2002). El presente trabajo sugiere que muchas especies de plantas espontaneas podrían jugar un papel como reservorio de virus para la enfermedad del amarilleo de pepino, transmitido por *B. tabaci.*

CONCLUSIONES

CYSDV puede ser encontrado en numerosas especies de vegetación espontánea, presentes en la cercanía de cultivos comerciales de cucurbitáceas en invernadero. Por lo tanto, el control de estas plantas es una medida necesaria en el control de la enfermedad causada por este virus en los cultivos de hortícolas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con ayuda financiera del proyecto F.I.A.P.A. “Análisis epidemiológico de virus de hortícolas transmitidos por mosca blanca.”

BIBLIOGRAFIA

ANÓNIMO (2001). Avisos e Informaciones Fitosanitarias. Departamento de Sanidad Vegetal (Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca), nº 54.

ANÓNIMO (2002) *Cucurbit yellow stunting disorder crinivirus*. EPPO Data Sheets on Quarantine Pests, 02/9446.

CÉLIX, A.; LÓPEZ-SESÉ, A.; ALMARZA, N.; GÓMEZ-GUILLAMÓN, M.L.; RODRÍGUEZ-CEREZO, E. (1996). Characterization of *Cucurbit yellow stunting disorder virus*, a *Bemisia tabaci*-transmitted closterovirus. Phytopathology, 86, 1370-1376.

DUFFUS, J.E. (1971) Role of weeds in the incidence of the virus diseases. Annual Review of Phytopathology, 9, 319-340.

FONT SAN AMBROSIO, M.I.; JUÁREZ, M.; CORDOBA SELLÉS, M.C.; MARTÍNEZ PRIEGO, LL.; JORDÁ GUTIÉRREZ, M.C. (2003) Preliminary epidemiological studies of two whitefly-transmitted viruses in Spain: *Tomato chlorosis virus* and *Tomato infectious chlorosis virus*. Abstract 3rd International Bemisia Workshop, Barcelona 17-20 March, 2003, 60.

JANSSEN, D.; CUADRADO, I.M. (2001) Whitefly problems escalate within Spanish cucurbit crops. EWSN Newsletter, 11, 1-2.

JANSSEN, D.; RUIZ, L.; VELASCO, L.; SEGUNDO, E.; CUADRADO, I.M. (2002) Non-cucurbitaceous weed species shown to be natural hosts of Cucumber vein yellowing virus in south-eastern Spain. Plant Pathology, 51, 797.

NAVAS-CASTILLO, J.; CAMERO, R.; SORIA, C.; DIAZ, J.A.; MORIONES (1999) Displacement of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV)-Sr by TYLCV-Is in tomato epidemics in Spain. Phytopathology, 89, 1038-1043.

PACUAL, F.; ORTEGA OLIVENCIA, A.; ROBLES CRUZ, A.B. (1986) Plantas e insectos perjudiciales en invernaderos. Ed. Diputación Provincial de Almería, Colleción Investigación 1. 286pp.

Summary: Spontaneous plants infected with *Cucurbit yellow stunting disorder virus* in commercial cucurbit greenhouse crops in Almeria. The removal of spontaneous weeds growing inside or nearby commercial horticultural crops is part of the cultural practices to control crop diseases caused by virus, since weeds found in the productive area can act as reservoir for virus and/or vector. This type of recommendation also common for the control of yellowing disease in *cucurbitaceae*, caused by *Cucurbit yellow stunting disorder virus* (CYSDV) (*crinivirus*) and transmitted by the whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Homopetera:Aleurodidae). In order to evaluate the role of spontaneous weeds as vector of this virus, 540 specimens belonging to 32 different species were collected. After analysis by hybridisation using virus-specific genetic probes, 32 species were found to contain CYSDV, some of which had infection rates of 40 to 80%. This is the first report of CYSDV in weeds found in commercial greenhouses and thus confirms that control of spontaneous weeds is necessary in order to control the disease caused by the virus in commercial horticulture crops.

Key words: Whitefly, *Bemisia tabaci*, control, weeds.

ESTUDIO DE LA FLORA ARVENSE Y DE LA PRODUCTIVIDAD EN UN AGROSISTEMA DE CEREALES SOMETIDO A DIFERENTES MANEJOS AGRÍCOLAS

C. Lacasta[1], L. García- Rojas[2], E. Estalrich[3], R. Meco[4]
[1]CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales. Finca Experimental "La Higueruela", 45530 Santa Olalla. Toledo. España. csic@infonegocio.com
[2]SIA. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Finca Experimental "La Higueruela". luz.garcia@ccma.csic.es
[3]Escuela Taller Albardin Concejalía Ciudad Sostenible, 28801 Alcalá de Henares.
[4]SIA. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla la Mancha, 45071 Toledo. ramonmeco@jccm.es

Resumen: Durante seis años se ha estudiado el efecto sobre las malas hierbas y la producción de grano de cuatro escardas (química, grada de púas flexibles, siembra en líneas agrupadas y testigo) y tres tipos de fertilizaciones (química, orgánica y testigo) en un cultivo de cereal sometido a rotación con barbecho o veza enterrada. Los resultados muestran, algunos años, diferencias significativas en el número de hierbas a favor del control químico, pero el efecto de las rotaciones y la meteorología hace que no se obtengan diferencias significativas en las producciones por efecto de la escarda empleada. El efecto de la fertilización química sólo se percibe cuando se producen las condiciones climatológicas adecuadas, si no el efecto es contraproducente. Se concluye que el manejo más rentable sería el cereal en rotación con otros cultivos, sin fertilización y sin escarda.
Palabras clave: agricultura ecológica, escarda, fertilización, rotación de cultivos.

INTRODUCCIÓN

Las rotaciones, son el principal medio para el control de la flora arvense, produciendo un descenso tanto en número de individuos como en el porcentaje de recubrimiento, y permiten el uso de diferentes tipos de laboreo en distintos momentos del año, evitando que ninguna mala hierba pueda hacerse dominante (LAMPKIN, 1998).

Hay numerosos trabajos que demuestran que en secanos semiáridos españoles las producciones no dependen de la utilización de herbicidas o fertilización química. (PARDO *et al.,* 2001; TORNER *et al.*, 1999; LACASTA *et al.*, 1997).

En el presente trabajo se estudia la evolución de la flora arvense durante seis años y su influencia en la producción de cereales (trigo o cebada) en rotación con leguminosas y barbecho, y la influencia de diferentes tratamientos de fertilización y escarda, con el objeto de conocer la viabilidad de una Agricultura Ecológica en los ambientes semiáridos españoles.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en la Finca Experimental "La Higueruela" del CSIC, situada en Santa Olalla (Toledo). Se trata de un agrosistema semiárido, donde los factores ambientales marcan las fechas de siembra y ejercen una acción limitante tanto sobre los rendimientos como sobre la flora arvense que aparece cada año.

Los tratamientos de escarda fueron: 1º).Testigo: sin escarda, (ET); 2º). Rastra de púas flexibles, (ER); 3º). Cultivo en líneas agrupadas, (EL); 4º). Control químico, (EQ) con el herbicida más adecuado en cada momento y cultivo.

Los tratamientos de fertilización fueron: 1º). Testigo: sin fertilización, (FT); 2º).Abono orgánico (FO): aporte de 2500 kg/ha. de compost (56-22-89); 3º). Abono químico (FQ): 70-45-45. Según metodología descrita en LACASTA *et al.*, (1997) y PARDO *et al.,* (2001).

Para cuantificar los niveles de infestación de malas hierbas se usó un aro de 0,25 m^2 en una zona representativa de la parcela de cereal al final del cultivo. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza. Los datos de malas hierbas se han transformado según log (x+1) para normalizar las variables. Las diferencias entre tratamientos fueron separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de $P< 0,05$.

La rotación de cultivos fue barbecho, cebada (C), veza, trigo (T); y cada año se implantaron dos hojas de la rotación de tal forma que todos los años hubo una hoja de cereal. En todas las parcelas se incorporó la paja de cereal. En la tabla 1 se exponen las fechas de siembra, variedades, precipitación y cultivo anterior al cereal, que son los factores que más influyen en el desarrollo de las diferentes especies arvenses.

Tabla 1. Factores experimentales más relevantes

Año agrícola	1996-97	1997-98	1998-99	1999-00	2000-01	2001-02
Fecha de siembra	7-XII	17-II	13-XI	15-XI	20-III	16/XI
Variedad de cereal	C: Camelot	C: Camelot	T.D: Antón	T.D: Oscar	C: Grafic	C: Hispanic
Precipitación mm	573	637	292	437	649	542
Cultivo anterior	Girasol	Barbecho	Veza enterr	Veza enterr	Barbecho	Barbecho

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los seis años experimentales la densidad de malas hierbas que hubo en el experimento estuvo comprendida entre 0 y 26 plantas m^2, poniéndose de manifiesto que el uso de rotaciones ha ejercido un control aceptable de la flora arvense. Estos resultados coinciden con los obtenidos por GARCIA-MURIEDAS *et al*., (1997), que encontraban, después de cinco años de experimentación, que las rotaciones de cebada con girasol y veza-heno presentaban un recubrimiento de malas hierbas inferior al 6%.

En la Tabla 2, se exponen las tres hierbas más importantes en los seis años experimentales, indicando si hubo o no diferencias significativas con respecto a los tratamientos de escarda o de fertilización.

Tabla 2. Valores medios de plantas/m^2 de malas hierbas presentes cada año en el experimento.

Año agrícola	Especies y significación		
96/97	*A.*- ☼ EQ	*Pol.*- ☼ ET y ER	*C.*- ☼ ET y ER
97/98	*Ch.*- ☼ EQ	*A.*- ns	*L.*- ns
98/99	*Pa.*- ☼ EQ	*Por.*- ☼ EL	*Pol.*- ☼ EQ
99/00	*A.*- ns	*L.*- ns	*Pa.*- ♣ FQ
00/01	*A.*- ns	*Pol.*- ns	*Pa.*- ns
01/02	*L.*- ♣ FQ	*A.*- ns	*Pa.*- ns

A.= Anacyclus clavatus Desf. Pers*, Pa.= Papaver rhoeas* L.*., Pol.= Polygonum aviculare* L.*., C.= Capsella bursa pastoris* L.*., Ch.= Chenopodium album* L.*; L.= Lolium rigidum* Gaud*., Por.= Portulaca oleracea* L. ♣: Diferencia significativa entre tratamientos de fertilización en el año. ☼: Diferencia significativa entre tratamientos de escarda, ns: no significativo

La baja densidad de malas hierbas hizo que las producciones de cereal no quedaran afectadas y por tanto aunque algunos años se mostraron diferencias significativas en el control de hierba por efecto de los tipos de escarda empleados, éstas no repercutieron en los rendimientos del cereal ninguno de los seis años. El tratamiento de escarda que mejor controla la flora arvense fue el químico, seguido por siembra en líneas agrupadas.

Las siembras tardías de cereal provocadas por problemas meteorológicos como abundantes precipitaciones en otoño e invierno en los años 97-98 y 2000-01, han evidenciado que las hierbas que se expresaran fueran las de germinación de primavera-verano *Ch. album* y *P. aviculare*. Cuando el cereal está ya maduro y se producen lluvias, en las calles del tratamiento en líneas agrupadas, aparecen especies de primavera-verano (ej. *Portulaca oleracea* en 98-99).

Al estudiar el efecto de la fertilización sobre la flora arvense, se observa (Tabla 2) que sólo en las campañas 99-00 con *Papaver rhoeas* y en 01-02 *Lolium rigidum*, la fertilización química facilita la competencia del cereal frente a estas dos especies, mostrándose diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos de fertilización, sin olvidar que los valores medios de infestación en ambos casos son muy bajos.

La producción de cereal (Tabla 3) está afectada por la meteorología. Los años con buena distribución de la pluviometria, el tratamiento con abono químico manifiesta diferencias significativas con los otros tratamientos (96-97 y 01-02). Cuando la pluviometria es escasa en el periodo vegetativo del cultivo, son los tratamiento con fertilización química los que menos rendimiento obtienen (98-99 y 00-01) y cuando la distribución de las precipitaciones no es la adecuada y no permite expresarse la fertilización química, no se presentan diferencias significativas (97-98 y 99-00).

Tabla 3. Producción de cereal en kg/ha considerando diferentes fertilizaciones

T. de fertilización	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01	01-02	media
Químico	**1826**a	**2269**a	1971b	**2763**a	317c	**6159**a	**2551**
Orgánico	1469ab	1959a	**2620**a	2656a	**596**a	4733 b	2339
Sin fertilizar (Test.)	1243b	2067a	2309ab	2533a	477b	5212 b	2307
Media	1513	2098	2300	2651	463	**5368**	2399

Los valores seguidos por letras distintas en una misma fila difieren significativamente (P<0,05; Test Tukey). Los valores en negrita expresan los rendimientos más altos del año.

CONCLUSIONES

Si se consideran los valores medios de los seis años, la diferencia de 244 kg/ha y año que produce de más el tratamiento con fertilización química frente al testigo, no compensa los mayores costes y el tratamiento con fertilización orgánica no muestra diferencias con el testigo. Esta conclusión coincide con la obtenida por PARDO *et al.,* (2001), donde analizando las producciones de ocho localidades y de dos años, concluyen que ni la fertilización ni la escarda son determinantes en la producción de cereal en los ambiente semiáridos y que las rotaciones de barbecho o veza enterrada, con la incorporación de la paja del cereal permiten mantener la fertilidad del sistema y controlar la flora arvense dentro de unos limites razonables.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) que ha financiado los ensayos efectuados mediante los proyectos SC. 96-081 y RTA 01-108 a través de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla-La Mancha.

BIBLIOGRAFÍA

GARCIA-MURIEDAS, G., ESTALRICH, E., LACASTA, C. Y MECO, R. (1997). Efecto de las rotaciones de cultivos herbáceos de secano sobre las poblaciones de adventicias. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 33-36.

LACASTA, C.; GARCIA-MURIEDAS, G., ESTALRICH, E., MECO, R.(1997). Control mecánico de adventicias en cultivos herbáceos del secano. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 37-40.

LAMPKIN, N.(1998).Diseño de rotaciones para sistemas ecológicos. En Agricultura ecológica. Mundi- Prensa. España, 125-130

PARDO, G., AIBAR, J., CIRIA, M., CRISTOBAL, M.V., DE BENITO, A., ESTALRICH, E., GARCIA - MARTIN, A., GARCIA - MURIEDAS, G., LABRADOR, J., LACASTA, C., LAFARGA, A., LEZAUN, J.A., MECO, R., VILLA, F., ZARAGOZA, C. (2001).Influencia del tipo de fertilización y desherbado en la producción de trigo duro. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología 2001. 225-231

TORNER, C.; AIBAR, J.; BELLOSTAS, A.; DE LUCAS, C.; ESPARZA, M.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.;GONZÁLEZ-ANDUJAR, J.L.; GONZÁLEZ PONCE, R.; IZQUIERDO, J.; NAVARRETE, L.; ROYUELA, M.; SALAS, M.; SÁNCHEZ DEL ARCO, M.J.; SANTIN, I.; TIEBAS, M.A.; VITTA, J.; ZARAGOZA, C. (1999).Conclusiones de los trabajos sobre las competencias de las malas hierbas con los cereales de invierno en España. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 205-211.

Summary: Weed and productivity study in a cereal agrosystem under different agricultural strategies. During a six – year experiment, a study was carried out in order to observe the effects of four weeding treatments (chemical weeding, harrow, row – group sowing and no – weeding (control)

) and three fertilization types (chemical, organical and no – fertilization (control)) on a cereal crop, in rotation with fallow and vetch as green manure. The results show significant differences in weed appearance some years, being greater in the chemical treatment. However, no significant differences in yield according to the weeding treatment were found in any year, due to the effects of crop rotations and climatic conditions. The effect of the chemical fertilization is only noticeable when the climatic conditions are suitable; otherwise the effect is self – defeating. In conclusion, the most profitable management would be a cereal crop in rotation, with no-fertilizer supply and no-weeding.
Key words: Organic agriculture, weeding, fertilization, crop rotation.

COMUNICACIONES

4. Control e impacto ambiental

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

ADAPTACIÓN PARA *Bromus diandrus* Y *Lolium rigidum* DE UN MÉTODO RÁPIDO DE RESPUESTA DE CEREALES AL HERBICIDA DALAPON

I. Loureiro, M.C. Escorial, J.M. García-Baudín, M.C. Chueca
Departamento de Protección Vegetal. INIA. Ctra. La Coruña km. 7,5. Madrid 28040.
chueca@inia.es

Resumen: Se ha adaptado para *Bromus diandrus* Roth. y *Lolium rigidum* Gaud. un método rápido de evaluación de la respuesta al herbicida dalapon puesto a punto para cereales. Se ha comprobado que existe una buena correlación entre la respuesta en la aplicación *in vitro* de la solución herbicida y la respuesta en pulverización en plántula.
Palabras clave: ácido 2,2-dicloropropiónico, bioensayo

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de malas hierbas resistentes a herbicidas como un primer paso en su manejo y control requiere métodos de evaluación eficientes y eficaces. El método más utilizado para la detección de una respuesta a herbicida en laboratorio implica crecer las plantas en condiciones controladas y tratarlas, cuantificando el efecto del herbicida varias semanas después de su aplicación (MOSS, 1995). Esto hace que sea necesario más tiempo para la realización de un ensayo, que además de ser laborioso, necesita espacio e infraestructura. Bioensayos más cortos, rápidos y baratos para evaluar el efecto herbicida han sido puestos a punto por diversos autores, lo que ha permitido detectar respuestas de biotipos a herbicidas como diclofop-metil, trifluralina, inhibidores de acetil-coenzima A carboxilasa o glifosato (BECKIE *et al.,* 2000).

El dalapon (ácido 2,2-dicloropropiónico), es un herbicida de postemergencia con actividad por contacto, penetración y translocación, usado para el control de malas hierbas gramíneas, que afecta a numerosos procesos metabólicos, entre ellos al metabolismo de carbohidratos, lípidos y del nitrógeno (ASHTON y CRAFTS, 1981). Estas características hacen que este herbicida se haya propuesto como un buen candidato para el control de gramíneas en cereales, con la creación previa de cultivares resistentes (GRESSEL, 2000).

Este trabajo muestra la validación previa necesaria para la utilización de un método rápido de respuesta a dalapon ya puesto a punto para trigo y cebada en *Bromus diandrus* Roth. y *Lolium rigidum* Gaud., correlacionando la respuesta *in vitro* con la respuesta de pulverización en plántula, con el fin de que pueda ser utilizado en el estudio de la variabilidad en la tolerancia a este herbicida.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado para el estudio fueron seis poblaciones de *Bromus diandrus*: 1, 3, 4, 5, 10, 11 y 36; y siete poblaciones de *Lolium rigidum*: 43, 48, 53, 60, 62 y 100, recogidas en campos de cereal.

Ensayos de germinación en placa de Petri

Se estudió la respuesta de las plantas mediante la germinación de las semillas en placas de Petri con diferentes concentraciones del herbicida dalapon (85% sal sódica). En cada placa (de 9 cm de diámetro) se colocaron diez semillas de *B. diandrus* o veinticinco semillas de *L. rigidum* sobre dos discos de papel de filtro en los que se añadieron previamente 9 ml de diferentes concentraciones de la solución herbicida: 0, 25, 50, 100, 300, 500 y 1000 μg ma. (materia activa) ml^{-1}. En cada ensayo se utilizaron tres placas por cada una de las concentraciones empleadas. Las placas de *Bromus* se mantuvieron cerradas 24 horas transcurridas las cuales se abrieron y se pasaron a una bandeja con papel de filtro humedecido, que se cubrió con plástico transparente para mantener la humedad y para que el coleóptilo tuviera espacio para su crecimiento. Al cuarto día desde el inicio del ensayo se midió la longitud del coleóptilo. Las placas de *Lolium* se mantuvieron dos días en la cámara de crecimiento tras los cuales se mantuvieron dos días en la una cámara fría (5±1º C) para igualar la germinación. Se abrieron y se pasaron a bandejas, procediendo como en *Bromus*. Se mantuvieron en la cámara de crecimiento durante cuatro días y se midió la longitud del coleóptilo. Se realizaron tres repeticiones en el tiempo para cada ensayo. Todos los ensayos se llevaron a cabo en una cámara de condiciones controladas, con un fotoperíodo de 16 horas de luz (100 μE $m^{-2}s^{-1}$ PAR) a 22±1° C y 8 horas de oscuridad a 14±1° C.

Ensayos de pulverización en plántula

Las semillas de cada especie se pregerminaron en placas sobre discos de papel de filtro empapados en agua, y se transplantaron a vasos de plástico con una mezcla de mantillo:tierra:arena (1:1:1) con cinco semillas por vaso y tres vasos por tratamiento. Cuando las plantas se encontraban en estado fenológico de dos hojas se trataron con un pulverizador automático de boquilla plana Teejet 8003 en una cinta transportadora, con dosis de dalapon de 0; 0,31; 0,62; 1,25; 2,5; 5 y 10 kg ma. ha^{-1}. A la solución herbicida se añadió un surfactante no aniónico[1] (1,25 g l^{-1}). La parte aérea de la planta se cortó a los 15 y 30 días de la pulverización y se pesó. Se realizaron tres repeticiones en el tiempo para cada ensayo. Los ensayos se realizaron en una cámara de condiciones controladas con un fotoperíodo de 16 horas de luz (250-300 μE $m^{-2}s^{-1}$ PAR) a 22±1° C y 8 horas de oscuridad a 16±1° C.

Análisis de datos

La respuesta de las plantas a las diferentes dosis de herbicida se calculó mediante el ajuste a un modelo log-logístico que sigue la formula $y=f(x)=C+(D-C)/(1+(x/I_{50})^b)$, donde C es el límite inferior que corresponde a la dosis mayor de herbicida, D es el límite superior que corresponde al testigo, b es la pendiente de la curva en la zona de I_{50}, siendo ésta la dosis que produce una inhibición del 50% del testigo. Los parámetros se estimaron por un ajuste por iteración usando el modelo PROC NLIN del programa SAS (SEEFELDT *et al*., 1995).

[1] Tween-20 (polyoxyethylensorbitanmonolaurat); de MERCK, Schuchard, 8011 Hohenbrunn bei Munchen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los ensayos *in vitro*, el herbicida penetra en la semilla por imbibición, no afectando a su germinación que fue en todos los casos similar a la de los testigos. La respuesta al herbicida dalapon de la semilla germinada en medio adicionado de herbicida se evaluó mediante la longitud del coleóptilo, mientras que para evaluar la respuesta de la planta se obtuvo el peso fresco, expresándose ambos en porcentaje del testigo.

La respuesta de las poblaciones de *B. diandrus* y *L.rigidum* en ambos ensayos se muestran en las figuras 1 y 2 respectivamente.

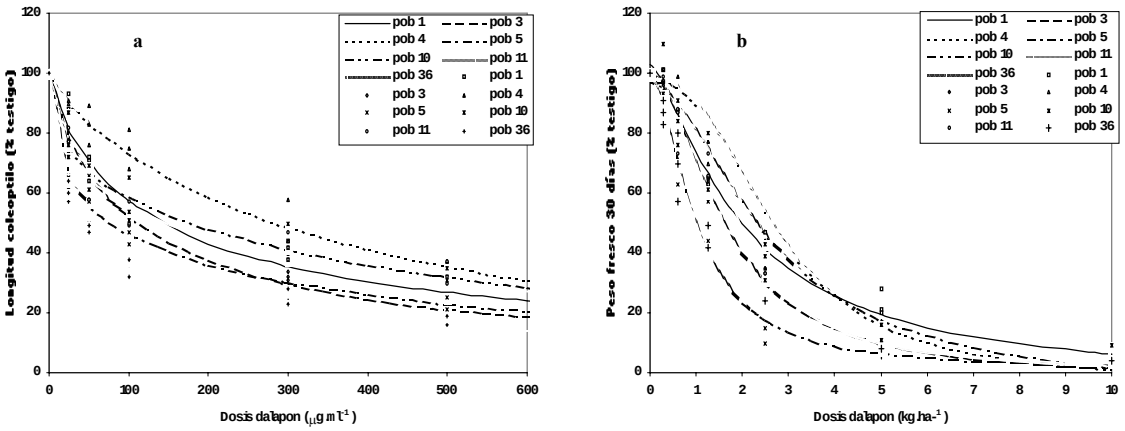


Fig 1. Curvas de dosis respuesta al herbicida dalapon de siete poblaciones de *B. diandrus*. a.-respuesta en germinación en placa. b.-respuesta en pulverización en plántula.

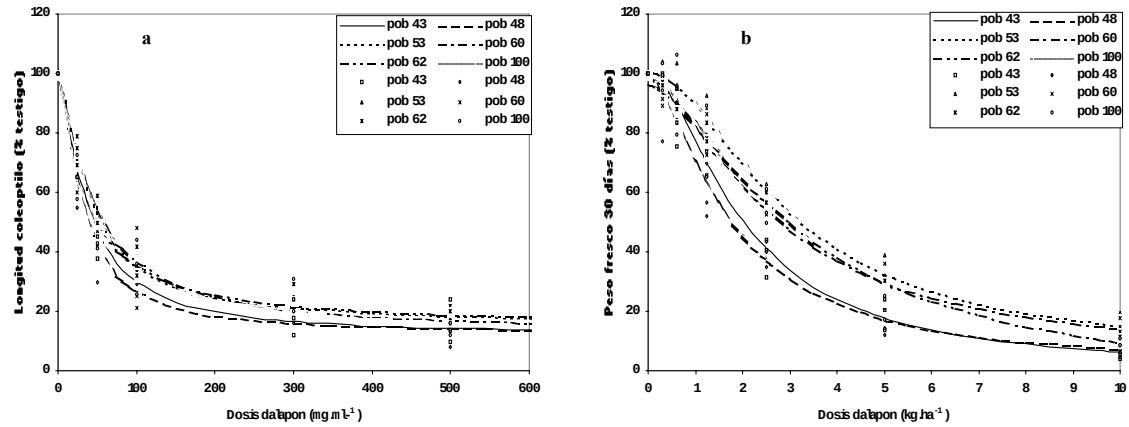


Fig 2. Curvas de dosis respuesta al herbicida dalapon de seis poblaciones de *L. rigidum*. a.-respuesta en germinación en placa. b.-respuesta en pulverización en plántula.

Se puede apreciar una diferenciación en la respuesta a dalapon en las poblaciones de ambas especies, existiendo en ambos casos poblaciones claramente más tolerantes al herbicida: población 4 de *B. diandrus*, 62 de *L. rigidum*.

El I_{50} para la respuesta tanto en los ensayos de germinación como en pulverización se obtuvo de las ecuaciones de dosis-respuesta para las poblaciones de cada especie (Tabla 1).

Tabla 1. I_{50} (dosis que causa el 50% del efecto) calculado para las poblaciones de *B. diandrus* y *L. rigidum* en los ensayos de germinación en placa y pulverización en plántula.

B. diandrus	Longitud de coleóptilo (I_{50})	Peso fresco planta (I_{50})	*L. rigidum*	Longitud de coleóptilo (I_{50})	Peso fresco planta (I_{50})
1	142	1,98	43	44	2,03
3	110	2,08	48	37	1,76
4	286	2,65	53	53	3,24
5	77	1,00	60	49	2,81
10	177	2,33	62	56	2,96
11	149	1,93	100	43	2,61
36	44	1,53			

La correlación entre el I_{50} del ensayo *in vitro* y el de pulverización fue de 0,89 y 0,88 para *B. diandrus* y *L. rigidum* respectivamente para la respuesta en peso fresco 30 días después del tratamiento. Esta correlación existente entre el ensayo de germinación en placa y el ensayo de pulverización en plántula pone de manifiesto la validez de este tipo de ensayos para detectar respuestas diferenciales al herbicida dalapon además de trigo y cebada (LOUREIRO *et al*. 2001) para estas dos especies de malas hierbas gramíneas.

BIBLIOGRAFÍA

ASHTON, F.M.; CRAFTS, A.S. (1981). Aliphatics. En: Mode of action of herbicides. John Wiley and Sons. New York, 110-123.

BECKIE, H.J.; HEAP, I.M.; SMEDA, R.J.; HALL, L.M. (2000). Screening for herbicide resistance in weeds. Weed Technology, 14, 428-445.

GRESSEL, J. (2000). Molecular biology of weed control. Transgenic Research, 9, 355-382.

LOUREIRO, I.; AVENDAÑO, N.; ESCORIAL, M.C.; GARCÍA-BAUDÍN, J.M.; CHUECA, M.C. (2001). Método rápido de evaluación del herbicida dalapon en cereales. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales, 16, 463-469.

MOSS, S.R. (1995). Techniques for determining herbicide resistance. Brighton Crop Protection Conference-Weeds, 2, 547-556.

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, J.E.; FUERST, E.P. (1995). Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. Weed Technology, 9, 218-227.

Summary: Adaptation of the rapid method of respose of cereals to the herbicide dalapon for *Bromus diandrus* and *Lolium rigidum*. A rapid method to evaluate the response to the herbicide dalapon used in cereals is adapted for *Bromus diandrus* Roth. and *Lolium rigidum* Gaud. A good correlation was found between the response of the *in vitro* application of the herbicide solution and the response observed in sprayed seedlings.

Key words: 2,2-dichloropropionic acid, bioassay

RESPUESTA DE UNA COLECCIÓN DE VARIEDADES AUTÓCTONAS DE TRIGO DURO Y ESCANDA A CLORTOLURÓN

I. Santín, M.T. Nieto-Taladriz, M.C. Chueca , J.M. García-Baudín
Dpto. Protección Vegetal, INIA. baudin@inia.es

Resumen: Se ha estudiado el grado de respuesta de una colección de variedades autóctonas de trigo duro (*Triticum turgidum*) y escanda (*T. dicoccum*) al herbicida clortolurón, con el fin de detectar tolerancia o sensibilidad al herbicida. Los resultados del ensayo pusieron de manifiesto variaciones en la respuesta en ambas especies, con un alto porcentaje de variedades tolerantes en ambas especies.
Palabras clave: herbicida, selectividad, *Triticum turgidum*, *Triticum dicoccum*

INTRODUCCIÓN

Los componentes esenciales en el control integrado de malas hierbas son el uso de herbicidas medioambientalmente seguros y eficaces y el empleo de variedades más competitivas, con el fin de mantener la estabilidad de la producción agrícola. Sin embargo, a veces aparecen en el mercado variedades que son susceptibles a herbicidas de uso común en el cultivo, con el consiguiente perjuicio para los agricultores. Por tanto, a medida que se desarrollan nuevos herbicidas, y que el espectro de malas hierbas cambia, existe una continua necesidad de introducir genes de tolerancia a herbicidas en los programas de mejora. De entre las fuentes de tolerancia caben destacar las variedades autóctonas y las especies afines.

Las malas hierbas gramíneas constituyen el problema mas importante para el cultivo de cereales de invierno en España (GARCÍA-BAUDÍN, 1992). Su similitud, tanto morfológica como fisiológica, con los cereales, puede dar lugar a problemas de selectividad de los herbicidas antigramíneos utilizados, por lo que se hace necesario determinar la diferente sensibilidad de cada cultivar antes de utilizar un herbicida.

El clortolurón (N(3-cloro-4-metil-fenil)-N', N'-dimetilurea) es un herbicida del grupo de las fenilureas, que se emplea frecuentemente en nuestro país, desde los años setenta, para el control de un amplio espectro de malas hierbas en los cereales (GARCÍA-BAUDÍN, 1992). La tolerancia a este herbicida en trigo blando ha sido ampliamente estudiada (CADAHÍA *et al*, 1982; RYAN Y OWEN, 1982; TADEO *et al*., 1989). El control genético de la tolerancia está determinado por un gen mayor, *Su1*, localizado en el brazo corto del cromosoma 6B (SNAPE *et al*., 1991a). Posteriormente

se sugirió la posibilidad de la existencia de genes menores modificadores (SIXTO *et al*., 1995). El gen *Su1* es también el responsable de la tolerancia en *Triticum dicoccoides* (KRUGMAN *et al*., 1997), especie tetraploide progenitora del trigo blando y del trigo duro.

La respuesta del trigo duro al clortolurón ha sido menos estudiada (CHUECA *et al*., 1994). El objetivo de este trabajo fue el determinar la respuesta al clortolurón de una colección de variedades autóctonas de trigo duro y de escanda.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal empleado en este estudio consistió en una colección de variedades autóctonas formada por 108 trigos duros y 12 escandas. El material lo proporcionó el Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF) del Instituto Nacional de Investigaciones agrarias y Agroalimentarias (INIA). Como testigos se utilizaron dos cultivares de trigo duro, Aldeano y Antón, y dos de trigo blando, Recital y Castan (SIXTO Y GARCÍA-BAUDÍN, 1988; CHUECA *et al*., 1994).

El experimento se llevó a cabo en invernadero, en un diseño al azar con dos repeticiones. Las variedades se sembraron en bandejas, que contenían un suelo franco-arenoso, utilizando 10 semillas por variedad y repetición. En cada bandeja se sembraron en línea 4 variedades repetidas.

El tratamiento herbicida se realizó un día después de la siembra, a una dosis de 4 Kg/ha, doble de la recomendada para aplicación en campo. Se aplicó el producto comercial Oracle, con un 50% de riqueza en clortolurón, mediante un equipo pulverizador de cinta sin-fin con una boquilla de abanico Teejet 8002E, a una presión de pulverización de 2 bar y un caudal de tratamiento de 1.080 l/ha.

Una vez realizado el tratamiento, las plantas se mantuvieron durante dos meses (Febrero-Marzo) en invernadero, con luz natural, temperaturas que oscilaron entre 20 y 30º C y el riego adecuado para el desarrollo de la planta. Se tomaron los datos de germinación y de mortalidad de las plantas.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los cultivares utilizados como testigos en este ensayo respondieron al tratamiento de acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente utilizando metodologías diferentes (SIXTO Y GARCÍA-BAUDÍN, 1988; CHUECA *et al*., 1994). Aldeano y Recital fueron 100% sensibles y Antón y Castán 100% tolerantes. Estos resultados confirman la utilidad de la metodología utilizada en este trabajo para discriminar entre variedades sensibles y tolerantes.

De las 120 variedades analizadas, 5 (3 duros y 2 escandas) tuvieron un porcentaje de germinación inferior al 50%, y fueron excluidas de los análisis. La Tabla 1 resume la respuesta de sensibilidad (100% mortalidad) y de tolerancia (0% mortalidad) al clortolurón de la colección analizada. El nivel de tolerancia de los trigos duros indígenas analizados fue muy elevado (67,6%) y sólo una variedad fue sensible al tratamiento. De la misma forma, y aunque el número de escandas analizadas fue reducido, 6 variedades (60%) fueron tolerantes y una (10%) fue sensible.

Tabla 1. Respuesta de sensibilidad (100% mortalidad) y de tolerancia (0% mortalidad) al clortolurón de la colección de variedades autóctonas de trigo duro y escanda analizada

		Sensibles		Tolerantes	
Especie	Nº	Nº	%	Nº	%
T. turgidum	105	1	0,9	71	67,6
T. dicoccum	10	2	10,0	6	60,0

El polimorfismo de respuesta a clortolurón es común en trigos cultivados y silvestres (SIXTO *et al*., 1988; CHUECA *et al*., 1994; SNAPE *et al*., 1991b). Puesto que el gen *Su1* determina la tolerancia a clortolurón en trigo blando y en *T. dicoccoides* (SNAPE *et al*., 1991a; KRUGMAN *et al*., 1997), cabría pensar que ese mismo gen es también el responsable de la respuesta a clortolurón en trigo duro y en escanda.

Por otro lado, cabe destacar que 33 trigos duros y 3 escandas presentaron variabilidad intravarietal en el porcentaje de mortalidad (Figura 1). Esta variabilidad intravarietal podría ser debida a la presencia de biotipos, o a mezclas en la manipulación de las variedades. La presencia de biotipos podría ser debida a las características del material analizado, ya que al tratarse de variedades antiguas, escasamente o no cultivadas en la actualidad, es de suponer que no han sido expuestas al herbicida, y por tanto no han sufrido presión de selección en esa dirección.

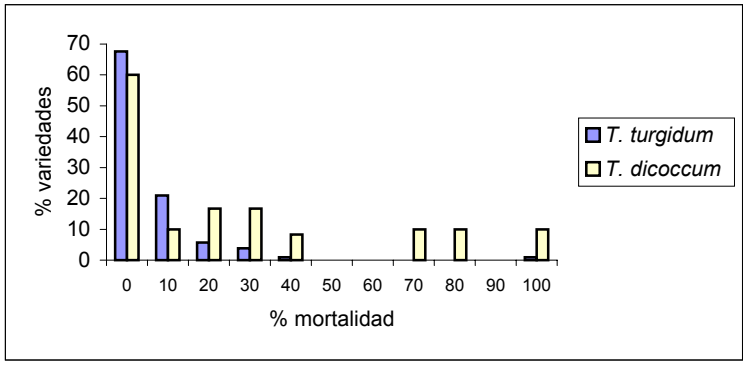


Figura 1. Respuesta de la colección de variedades autóctonas de trigo duro y escanda analizada al clortolurón

Podemos pues considerar, que las variedades autóctonas de trigo duro y de escanda son una fuente de genes de tolerancia al clortolurón, de fácil utilización en la mejora del trigo duro.

BIBLIOGRAFÍA

CADAHÍA, E., DUCRUET, J.M., GAILLARDON, P. (1982). Whole leaf fluorescence as a cuantitative probe of detoxification of the herbicide chlortoluron in wheat. Chemosphere 11: 445-450.

CHUECA, M.C., SIXTO, H., MATIENZO, M.T., TADEO, J.L., GARCÍA-BAUDÍN, J.M. (1994). Selectividad al clortolurón en *Triticum durum* L. Investigación Agraria: Fuera de Serie, nº 2, 153-160.

GARCÍA-BAUDÍN, J.M. (1992). Especies adventicas del género *Lolium* en los cereales (trigo y cebada) españoles. Phytoma España 2: 33-35

KRUGMAN, T., LEVY, O., SNAPE, J.W., RUBIN, B., KOROL, A., NEVO, E. (1997). Comparative mapping of the chlortoluron resistance gene (*Su1*) in cultivated wheat (*Triticum aestivum*) and wild wheat (*Triticum dicoccoides*). Theoretical and Applied Genetics 94: 46-51.

RYAN, P.J., OWEN, N.J. (1982). The mechanism of selectivity of chlortoluron between cereals and grass weeds. proc. British Crop Protecttion Conference. Brighton, UK 1: 371-324.

SIXTO, H., GARCÍA-BAUDÍN, J.M. (1988). Diferentes respuestas a los herbicidas clortoluron e isoproturon de tres cultivares de trigo blando. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal vol 3 (2): 243-253.

SIXTO, H., SILVELA, L., ESCORIAL, C., GARCÍA-BAUDÍN, J.M., CHUECA, M.C. (1995). On the inheritance of tolerance to chlortoluron application in wheat using a very efficient test. Weed Research 35:7-13.

SNAPE, J.W., LECKIE, D., METAKOVSKI, E., MIURA, H. (1991a). Genetical analysis of differential response to phenylurea herbicides in wheat. Proc Int Symp Wheat Breed - Prospects Future Approaches. Institute for Wheat and Sunflower, Dobrouja, Bulgaria, 157-317

SNAPE, J.W., NEVO, E., PARKER, B.B., LECKIE, D., MORGUNOV, A. (1991). Herbicide response polymorphism in wild populations of emmer wheat. Heredity 66: 251-257.

TADEO, J.L., GARCÍA-BAUDÍN, J.M., MATIENZO, M.T., PÉREZ, S., SIXTO, H. (1989). Chlortoluron levels and selectivity in wheat cultivars. Chemosphere 18: 1673-1679.

Summary: Response to chlortoluron of a collection of autochthonous durum and emmer wheat varieties. A collection of durum (*Triticum turgidum*) and emmer (*T. dicoccum*) wheat landraces was analyzed for its response to chlortoluron. Both species showed polymorphic response to the herbicide, with a high percentage of varieties tolerant to the herbicide.
Key words: herbicide, selectivity, *Triticum turgidum*, *Triticum dicoccum*

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

COMPARACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DEL DESHERBADO QUÍMICO Y MECÁNICO EN LAS FILAS DE VIÑA

R. Anguera[1], R. Bisa[3], A. Cirujeda[1], A. Taberner [1, 2],
[1] Departament d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria; Universitat de Lleida; Avda. Alcalde Rovira Roure 177; 25198 Lleida.
[2] Servei Sanitat Agrícola, Malherbologia; Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, Generalitat de Catalunya; Avda. Alcalde Rovira Roure 177; 25198 Lleida.
[3] Agrupación de Defensa Vegetal Verdú, Guimerà, El Tallat; Pça. Major 1; 25340 Verdú.

Resumen: El desherbado de las filas de la viña es una labor costosa y delicada tanto utilizando métodos mecánicos como químicos. En el presente trabajo se han evaluado los costes de control de las hierbas en el lomo de las filas de la viña comparando el control mecánico con diversas combinaciones de herbicidas a fin de aportar elementos de discusión al debate actual sobre la utilización o no de herbicidas en viña. El ensayo se ha situado en Verdú (l'Urgell) en Lleida y se ha llevado a cabo durante 3 campañas, desde 1999-00 hasta 2001-02. Sobre todo debido a que el viticultor requiere realizar dos pases de cultivador para controlar la flora en el calle y las dos filas de viña correspondientes, el tratamiento más caro fue en los tres años el de control mecánico. Los resultados del rendimiento de uva por cepa no mostraron diferencias significativas en las primeras dos campañas pero en la tercera campaña sí, habiendo mayores rendimientos para los tratamientos con herbicidas residuales y mecánico respecto al tratamiento con herbicidas de acción foliar. Las principales diferencias, no obstante, fueron causadas por la pluviometría de cada campaña.
Palabras clave: Simazina, azafenidin, glifosato, glufosinato, paraquat + diquat.

INTRODUCCIÓN

La utilización de herbicidas para el mantenimiento de la fila de las viñas ha incrementado notablemente en España en los últimos años. Actualmente, se tiende a reducir al máximo la anchura del lomo tratado. En la comarca de l'Urgell se continúa utilizando medios exclusivamente mecánicos utilizando un cultivador - aporcador adaptado a la viña denominado intercepas. Algunos agricultores de la zona mostraron interés por utilizar métodos químicos en un momento en el que existe cierta controversia en este tema porque hay compradores de uva que ponen impedimentos al uso de herbicidas. Así mismo, Speich (2002) alerta en Francia sobre la necesidad de la cautelosa utilización de los herbicidas en viña debido a la contaminación de agua tanto superficial como subterránea. Para abordar esta

temática se deben tener en cuenta, entre otros aspectos, los residuos de los herbicidas en el suelo, su impacto ambiental, su influencia sobre el rendimiento y su coste. El objetivo del presente trabajo es el de realizar una comparación de rendimientos y de costos entre el control mecánico y químico de la fila de las viñas, una de las tareas de mayor dificultad en el cuidado de las mismas. Para ello se planteó un ensayo de tres campañas de duración conjuntamente con la técnico de la Asociación de Defensa de los Vegetales de Verdú y Sant Martí de Maldà (l'Urgell). Se ha incluido el herbicida azafenidrin como posible sustituto de simazina que presenta problemas medioambientales. Sin embargo, el primero, ha sido retirado del mercado después de su breve introducción en el mismo.

La valoración de la influencia del método de control de malas hierbas se puede realizar teniendo en cuenta numerosos parámetros, incluyendo los de la calidad del mosto. En el presente trabajo se evaluó el peso de la madera de poda, el peso de la uva en vendimia, la evaluación visual de la eficacia de los productos, se hizo un inventario de las especies de malas hierbas presentes en cada tratamiento y se siguió la humedad del suelo. Se presentan los resultados de los rendimientos y una evaluación de costes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la localidad de Verdú (comarca de l'Urgell, Cataluña) durante los años 1999 hasta 2000 en una viña emparrada de 7 años de edad, variedad Ull de Llebre. El marco de plantación fue de 3,8 por 1,2 m y se dispuso de riego de apoyo por goteo. Se seleccionaron 3 filas para el control químico alternadas con 3 filas en las que el agricultor usaba el intercepas (tratamiento A). Cada fila fue dividida en tres tramos conteniendo aproximadamente 40 cepas en los que se realizaron tratamientos diferentes, resultando en 3 repeticiones por tratamiento mantenidas durante los tres años. Para cada tratamiento se seleccionaron las 10 cepas más homogéneas dentro de cada fila seleccionadas a partir del peso de los sarmientos de la primera poda. Las evaluaciones sobre las cepas se realizaron únicamente sobre los pies seleccionados.

Los tratamientos químicos realizados fueron en la fila: uso de un herbicida persistente repasado por un herbicida total cuando se consideró necesario o bien uso de un herbicida de contacto o sistémico total seguido por el mismo herbicida total más adelante. Los productos usados para el primer tipo de control fueron: los herbicidas simazina (50%) (B1) y azafenidin (80%) (B2) seguidos de glifosato (36%) y los herbicidas glifosato (36%) (C1) o diquat + paraquat (12 + 8%) (C2). El tercer año, ambos tratamientos B y C fueron seguidos por repasos de la mezcla glufosinato (15%) + glifosato (36%). Las dosis utilizadas fueron 3 l ha^{-1} para simazina, 0.3 kg ha^{-1} de azafenidin, 3 l ha^{-1} de glifosato y 4 l ha^{-1} de diquat + paraquat. Para realizar las aplicaciones se utilizó un pulverizador portátil a presión constante de 2,5 bar consumiendo 330 l ha^{-1} de caldo mojando un metro de anchura a cada lado de las cepas. Los tratamientos mecánicos en la fila consistieron en el pase del intercepas del agricultor abriendo el surco en invierno o primavera, según el año. Con el fin de controlar las hierbas emergidas se usó el cultivador, que medía 2 m de anchura. Éste se pasó dos veces en las líneas con control mecánico y sólo una vez en los casos en los que se hacía control químico en la fila. Los diferentes pases de cultivador fueron cerrando el surco, ya que tienen un efecto sobre la calle y la fila.

El mantenimiento de las calles fue realizado según el criterio del agricultor alternando cultivador con curra y acoplando en ocasiones un cortante capaz de cortar las raíces hasta unos 2 cm de profundidad.

Los costes unitarios de tractor utilizados para realizar el estudio económico fueron consultados en la cooperativa local y fueron los mismos independientemente del apero. Para

ello se han considerado que las aplicaciones herbicidas se realizaron sobre 2.4 m^2 por cepa correspondiendo a 5.280 m^2 por hectárea. Los costes unitarios considerados para los cálculos están representados en la Tabla 1.

Tabla 1: Costes unitarios (€) considerados para realizar los cálculos de costes totales.

Tarea / producto	Coste por hora de trabajo, kg o l de producto
Tractor - hora	24
Persona - hora	6
Simazina	4
Azafenidin	60
Glifosato	7
Paraquat + diquat	4
Glufosinato	7

RESULTADOS

La valoración de costes está recogida en la Tabla 2. El balance económico es en todos los casos más desfavorable para el control mecánico básicamente debido a que son necesarios dos pases de cultivador para desherbar fila y calle. Los costes entre los tratamientos herbicidas no difirieron notablemente.

Por lo que respecta a la producción, no se observaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de desherbado en las dos primeras campañas (Tabla 3). En 2001-02 se encontró un mayor peso de uva para el tratamiento B1, seguido del tratamiento mecánico y de B2. Los menores rendimientos encontrados fueron los de los tratamientos utilizando herbicidas foliares. Dado que el riego fue sólo de apoyo, los rendimientos dependieron fundamentalmente de la pluviometría de cada año.

Tabla 3: Producción de uva (kg $cepa^{-1}$) de las cepas escogidas en función del tipo de desherbado realizado en las campañas 1999-00, 2000-01 y 2001-02. Letras diferentes se refieren a diferencias significativas mediante test de Duncan con $p<0.05$. A: control mecánico. B1, 2: herbicidas residuales simazina o azafenidin, respectivamente, seguido de glufosinato + glifosato. C1, 2: herbicidas de aplicación foliar glifosato o diquat + paraquat, respectivamente, seguido de glufosinato + glifosato.

Tipo de desherbado	1999-00	2000-01	2001-02
A	5.40 a	4.68 k	3.42 y
B1	4.71 a	3.90 k	4.68 x
B2	5.29 a	4.26 k	3.08 yz
C1	5.56 a	4.54 k	2.25 z
C2	5.89 a	4.55 k	2.04 z

Tabla 2: Relación de las tareas realizadas en cada uno de los tratamientos y años y su correspondiente coste económico (€ ha^{-1}). A: control mecánico tradicional; B1, B2: aplicación de herbicida de pre-emergencia 1 o 2 seguido de repasos con un herbicida de post-emergencia; C1, C2: aplicación de un herbicida de post emergencia 1 o 2 seguido de repasos con herbicidas de post emergencia. Todos los costes están contemplados en € ha^{-1}. F/C se refiere a que afecta fila y calle para el tratamiento mecánico y sólo la calle para el control químico.

Fecha	Actividad	Afecta fila (F) o calle (C)	A	B1	B2	C1	C2
1999-2000							
Diciembre 1999	Abrir surco	F	45.7	-	-	-	-
31/12/99	Aplicaciones herbicidas	F		37.0	43.3	-	-
23/03/00	Cerrar surco	F	45.7				
Marzo 2000	Cultivador	E	45.7	22.8	22.8	22.8	22.8
16/05/00	Cultivador con cortante	E	52.0	22.8	22.8	22.8	22.8
Junio 2000	Cultivador	F/C	45.7	22.8	22.8	22.8	22.8
26/06/00	Aplicaciones herbicidas	F	-	-	-	45.1	44.5
19/07/00	Cultivador	F/C	45.7	22.8	22.8	22.8	22.8
26/07/00	Aplicaciones herbicidas	F	-	45.1	45.1	45.1	45.1
Costos desherbado fila			143.3	82.1	88.4	90.2	89.6
Costos desherbado calle			137.0	91.2	91.2	91.2	91.2
Total costes desherbado			**280.3**	**173.4**	**179.7**	**181.6**	**181.0**
2000-01							
07/02/01	Aplicaciones herbicidas	F	-	56.8	63.1	45.1	44.5
Marzo 2001	Cultivador	F/C	45.7	22.8	22.8	22.8	22.8
Finales de marzo	Abrir surco	F	126.2	-	-	-	-
01/04/01	Aplicaciones herbicidas	F	-	-	-	-	44.5
Abril 2001	Cultivador	F/C	45.7	22.8	22.8	22.8	22.8
Mayo 2001	Cultivador	F/C	45.7	22.8	22.8	22.8	22.8
21/05/01	Aplicaciones herbicidas	F	-	45.1	45.1	45.1	44.5
Junio 2001	Cultivador	F/C	45.7	22.8	22.8	22.8	22.8
Julio 2001	Curra con cortante	E	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
23/07/01	Aplicaciones herbicidas	F	-	45.1	45.1	45.1	44.5
Costos desherbado fila			217.6	147.0	153.3	135.3	179.2
Costos desherbado calle			114.0	114.0	114.0	114.0	114.0
Total costes desherbado			**331.8**	**260.6**	**267.5**	**249.4**	**293.1**
2001-02							
07/03/02	Aplicaciones herbicidas	F	-	58.2	64.2	53.2	45.2
Abril 2002	Abrir surco	F	84.0	-	-	-	-
Abril 2002	Cultivador	F/C	45.6	22.8	22.8	22.8	22.8
Mayo 2002	Cultivador	F/C	45.6	22.8	22.8	22.8	22.8
30/05/02	Aplicaciones herbicidas	F	-	60.2	60.2	60.2	60.2
Junio 2002	Cultivador	F/C	45.6	22.8	22.8	22.8	22.8
Julio 2002	Curra con cortante	E	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
23/07/02	Aplicaciones herbicidas	F	-	60.2	60.2	60.2	60.2
Agosto 2002	Curra con cortante	E	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8
Octubre 2002	Abrir surco	F	84.0	-	-	-	-
Costos desherbado fila			236.4	178.6	184.6	173.6	165.6
Costos desherbado calle			114.0	114.0	114.0	114.0	114.0
Total costes desherbado			**350.4**	**292.6**	**298.6**	**287.6**	**279.6**

DISCUSIÓN

Desde el punto de vista económico parece ser recomendable utilizar herbicidas en las filas de las viñas. Estos resultados coinciden, en líneas generales y especialmente en cuanto al balance económico, con los obtenidos por Vilarroya (2002). Teniendo en cuenta las

diferencias de rendimiento observadas al tercer año parece recomendable no utilizar herbicidas de aplicación foliar sino preferir los persistentes o el control mecánico. No obstante, las diferencias de rendimiento sólo se produjeron a la tercera campaña que coincidió ser la menor de entre las tres. Probablemente convendría utilizar un cultivador más ancho para poder cultivar la calle en una sola pasada, ahorrando costos importantes. Si se escogen herbicidas registrados y, por tanto, con una garantía de impacto ambiental mínimo y estrechando la anchura del lomo a tratar al mínimo, la utilización de herbicidas puede ser de interés para el viticultor de la zona.

CONCLUSIONES

En las condiciones expuestas, el desherbado mecánico resultó ser más costoso que el químico. No se han observado diferencias regulares en cuanto a la producción, ya que están probablemente más afectadas por las condiciones climáticas que por el tipo de desherbado. Con el fin de mantener el lomo de la viña desherbado, han sido necesarios 2 a 3 tratamientos herbicidas anuales según la campaña.

BIBLIOGRAFÍA

SPEICH, P. (2002) Désherbage chimique: modifications de pratiques et incidences sur le transfert des produits par les eaux. MONDIAVITTI-Bordeaux 2002. L'entretien des sols viticoles, 9-16.

VILARROYA, A. (2002). Assaig de programes de desherbatge en vinya any 2000. Hoja Divulgadora del DARP, INCAVI, Generalitat de Catalunya.

Summary: Productive and economical comparison between chemical and mechanical weed control under the vineyard line. Weed control on the vineyard line is an expensive and delicate task both using chemical or mechanical methods. Weed control costs comparing the traditional mechanical control with several chemical combinations have been assessed in the present work. The aim is to contribute with some data to the present discussion for the use of herbicides in vineyards. The trial was located in Verdú (l'Urgell region, Lleida, Catalonia) and has been conducted during three cropping seasons from 1999-00 until 2001-02. The mechanical control was more expensive in all three years, mainly due to the need of passing twice with the cultivator compared with the singe cultivator pass in the treatments with herbicide-treated vineyard lines. Results on grape yield per vine stock showed no differences for the two first seasons but higher yield for the residual herbicide treatments and the mechanical control compared to the foliar herbicides were found in the third season. Main differences, however, were caused by annual rainfall.

Key words: Simazine, azafenidin, glyphosate, glufosinate, paraquat + diquat.

TOLERANCIA DEL CARDO (*Cynara cardunculus*) A HERBICIDAS DE ACCIÓN RESIDUAL APLICADOS EN PREEMERGENCIA DEL CULTIVO

García Tascón, J.R.[1], Villarías, J.L.[2], Garzón, E.[1], García Martínez, V.M. [1]
[1]Departamento de Ingeniería Agraria. Universidad de León.
[2]Departamento de Producción vegetal y Silvipascicultura. Universidad de Valladolid.

Resumen: La utilización de herbicidas que controlan la flora invasora vivaz y perteneciente a la familia de las Compositae en el cultivo del cardo (*Cynara cardunculus* L.) se ve dificultado por la sensibilidad que presenta a los mismos. Es sumamente interesante conocer el efecto sobre la germinación y el estado de las plántulas que tienen diferentes herbicidas de acción residual en tratamientos en preemergencia. Las semillas no se ven afectadas con las aplicaciones de aclonifene, butralina, cloridazona, etofumesato, metamitrona, oxifluorfen y trifluralina, pero la acción residual de los mismos sobre las plántulas hace que solo sea viable la utilización de butralina, trifluralina, y etofumesato a dosis reducidas.
Palabras clave: fitotoxicidad, tolerancia, materias activas.

INTRODUCCIÓN

En la explotación del cardo (*Cynara cardunculus* L.) las malezas constituyen un grave problema debido a la competencia que ejerce sobre el cultivo por nutrientes y agua. Para impedir la proliferación y persistencia de estas especies silvestres indeseables (VILLARÍAS y GARCÍA. 2000)., la agricultura moderna recurre a los herbicidas, cuya utilización generalmente resulta eficaz y económica (LÓPEZ DE SAGREDO y CADAHÍA. 1999). Sin embargo, las aplicaciones inoportunas y dosis inapropiadas de estos compuestos químicos, lejos de alcanzar el control requerido, pueden originar efectos fitotóxicos al cultivo y, a su vez, reducir los rendimientos de la cosecha.

La sensibilidad del cardo a numerosos herbicidas se manifiesta por diversos síntomas que incluyen retraso e inhibición de la germinación, poco desarrollo de las raíces, enanismo, tallos quebradizos, esterilidad, etc.; los cuales están asociados entre otros factores a la edad de la planta en el momento del tratamiento.

Conocida la respuesta a los herbicidas de otras plantas cultivadas con una cierta proximidad botánica al cardo (VILLARÍAS. 1981, DE LIÑÁN. 2001) el objetivo de este ensayo fue determinar el efecto fitotóxico de materias activas de acción residual, aplicados en preemergencia del cultivo, sobre la germinación de las semillas y las plántulas de cardo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el Instituto de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad de León, en condiciones de atmósfera controlada de temperatura (19° - 21°C) y fotoperiodo (12 horas de luz y 12 horas de oscuridad). Se utilizaron semillas de cardo procedente de los campos de experimentación de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Se utilizaron bandejas alveolares de 5 x 7 macetas, correspondiendo cada fila de 5 macetas a un mismo tratamiento, estableciéndose un total de siete dosis por materia activa, tal como se muestra en la Tabla 1. Se sembraron 3 semillas por maceta y los herbicidas se aplicaron inmediatamente después de la siembra, realizándose 3 repeticiones por cada ensayo.

Tabla 1.- Dosis aplicadas de las materias activas (m.a.).

Materias activas	Dosis (g (m.a.)·ha^{-1})						
	A	B	C	D	E	F	G
Aclonifene 60 %	0	600	1200	2400	4800	9600	19200
Alacloro 48 %	0	960	1920	3840	7680	15360	30720
Butralina 48 %	0	1920	3840	7680	15360	30720	61440
Clopiralida 42,5 %	0	6,375	12,750	19,125	25,500	31,875	42,500
Cloridazona 65 %	0	1300	2600	5200	10400	20800	41600
Etofumesato 50 %	0	125	250	500	1000	2000	4000
Isoxaben 50	0	12,5	25	50	100	200	400
Lenacilo 80 %	0	800	1600	3200	6400	12800	25600
Linuron 50 %	0	500	1000	2000	4000	8000	16000
Metabenzotiazuron 70 %	0	1400	2800	5600	11200	22400	44800
Metamitrona 70 %	0	1400	2800	5600	11200	22400	44800
Metobromuron 50 %	0	500	1000	2000	4000	8000	16000
Metolacloro 96 %	0	480	960	1920	3840	7680	15360
Oxifluorfen 24 %	0	240	480	960	1920	3840	7680
Pendimetalina 33 %	0	330	660	1320	2640	5280	10560
Prometrina 50 %	0	500	1000	2000	4000	8000	16000
Simazina 50 %	0	125	250	500	1000	2000	4000
Terbacilo 80 %	0	200	400	800	1600	3200	6400
Terbutrina 49 %	0	490	980	1960	3920	7840	15680
Trifluralina 48 %	0	960	1920	3840	7680	15360	30720
Triflusulfuron-metil 50 %	0	7,5	15	30	60	120	240

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La duración de los ensayos fue de 65 días desde la siembra, momento a partir del cual se estabilizaba el porcentaje de semillas germinadas y el número de plantas supervivientes a los tratamientos (GARCÍA. 2002). Con los resultados finalmente obtenidos para cada dosis de una misma materia activa, se obtuvo la ecuación de la curva de regresión, que se presenta en las columnas de la izquierda de la Tabla 2, y en la que se relaciona el porcentaje de semillas germinadas "y" en función de la dosis aplicada "x"; se acompaña de la dosis teórica (LD_{10}) a

la cual se produciría una disminución de la germinación de un 10 % con respecto a la obtenida con semillas sin tratar.

De igual modo, en las columnas de la derecha de la misma tabla se muestra la ecuación de la curva de regresión que nos relaciona el porcentaje de plántulas vivas "y" en función de la dosis aplicada "x", y la dosis teórica (LD_{10}) a la que se produciría una perdida del 10 % de la población de plántulas con respecto a las semillas que habían germinado (90 % de tolerancia).

Tabla 2.- Ecuación de la curva de regresión de la germinación de las semillas y de tolerancia de plántulas en función de la dosis de herbicida y valores de LD_{10} (g (m.a.)·ha^{-1}).

Materia activa	Germinación de semillas		Tolerancia de plántulas	
	Ecuación de regresión	LD_{10}	Ecuación de regresión	LD_{10}
Aclonifene	$y = 68{,}361x^{-0{,}0223}$	59,359	$y = 112{,}97x^{-0{,}134}$	264,5
Alacloro	y=-9,618Ln(x)+133,45	3882,7	y=-24,773Ln(x)+258,64	904,5
Butralina	y = -8,6104Ln(x) + 146,68	50124,3	y = -10,259Ln(x) + 155,34	20481,6
Clopiralida	y = -1,0056x + 70,927	17,332	$y = 269{,}64x^{-0{,}7652}$	8,279
Cloridazona	y=-3,5724Ln(x)+89,212	21952,6	y = -14,839Ln(x)+155,08	80,3
Etofumesato	y =-0,0009x+64,544	12271,1	$y = 67{,}414e^{-0{,}0002x}$	1172,7
Isoxaben	y = -0,0192x + 47,706	0	y = 0,0097x + 96,213	*
Lenacilo	$y=139{,}03x^{-0{,}1467}$	659,1	y = -0,0075x + 27,116	0
Linuron	y=-3,664Ln(x)+86,156	7425,0	y=-16,476Ln(x)+169,44	124,1
Metabenzotiazuron	y=-0,0001x+61,039	---	$y=6720x^{-0{,}5738}$	1838,5
Metamitrona	y=-0,0001x+56,893	33930	y = -9,2728Ln(x)+148,43	545,2
Metobromuron	$y=78{,}024x^{-0{,}0592}$	586,3	y=-18,623Ln(x)+195,21	284,1
Metolacloro	y=-12,824Ln(x)+138,43	751,40	y=-0,006+84,267	0
Oxifluofen	$y=90{,}137x^{-0{,}0382}$	$8{,}5x10^{5}$	y = -7,1448Ln(x) + 108,58	2228,5
Pendimetalina	y=4,3968Ln(x) + 82,746	774,1	y = 2,8396Ln(x) + 61,017	14,1
Prometrina	$y=60{,}258x^{-0{,}0495}$	11,1	y = -0,0095x + 25,397	0
Simazina	$y=108{,}85x^{-0{,}1556}$	96,0	$y = 72{,}282e^{-0{,}0004x}$	0
Terbacilo	$y=67{,}707x^{-0{,}0341}$	998,6	y = -0,1455x + 65,608	0
Terbutrina	$y=68{,}524x^{-0{,}0539}$	98,4	$y = 2020{,}9x^{-0{,}5322}$	346
Trifluralina	y= -0,0006x + 75,191	36151,7	y = -0,0001x + 68,524	250400
Triflusulfuron-metil	y=-9,8012Ln(x)+89,695	40,20	y=-0,0008+94,493	5616,3

* 100 % de tolerancia a la dosis de 400 g m.a.·ha^{-1}.

La incidencia sobre la germinación varía en función de la familia a la que pertenezca la materia activa. Así por ejemplo, dentro del grupo de los compuestos heterocíclicos, las triazinas y uracilos inhiben la germinación de las semillas desde aplicaciones a dosis bajas mientras que las triazinonas y piridazinonas no la inhiben hasta dosis muy elevadas, aunque su efecto residual provoca en las plántulas una importante toxicidad, que produce la mortalidad de la mayoría de la población.

Dentro de los combinados nitrogenados, las materias activas ensayadas interfieren en la germinación de las semillas desde dosis medias a bajas dependiendo de la materia activa de

que se trate. La tolerancia de las plántulas debido a la acción residual es baja, excepto en el caso de isoxaben y triflusulfuron-metil, que toleran dosis elevadas. Todo lo contrario ocurre con metabenzotiazuron, que no afecta a la germinación pero si ocasiona graves daños a las plántulas una vez germinadas.

Respecto a los derivados bencenicos, solo se ve inhibida la germinación desde dosis bajas con la anilina: pendimetalina y con el difenileter: aclonifene, aunque dentro de esta familia, oxifluorfen causa graves daños de toxicidad sobre las plántulas, no tolerando dosis elevadas. Etofumesato presenta una tolerancia muy elevada hasta dosis medias, mientras que butralina y trifluralina si toleran las dosis elevadas.

CONCLUSIONES

Butralina y trifluralina pueden ser aplicados en los tratamientos en preemergencia del cultivo del cardo, incluso a dosis elevadas, al no verse afectada la germinación de las semillas ni posteriormente las plántulas nacidas.

Las aplicaciones de etofumesato en tratamientos en preemergencia del cultivo pueden realizarse a dosis reducidas.

Las plántulas de cardo presentan elevada tolerancia a isoxaben y triflusulfuron-metil, pero debido a su incidencia sobre la germinación de las semillas, estos deben aplicarse después de la nascencia.

BIBLIOGRAFÍA

DE LIÑAN, C. (2001). Vademecum 2001 de productos fitosanitarios y nutricionales. Madrid: Agrotécnicas S.L., pp.205 - 264.

GARCÍA, J.R. (2002). Estudio de materias activas herbicidas que pueden ser utilizadas en el cultivo de *Cynara cardunculus* L. Tesis doctoral. Universidad de León, pp. 1 - 383.

LÓPEZ DE SEGRADO, F. & CADAHÍA, J.I. (1999). Manejo y control de herbicidas en la agricultura Española. Vida Rural. Nº 99, pp. 27-29.

VILLARÍAS, J.L. y GARCÍA, J.R. (2000). Las Malezas Invasoras de los Cultivos de *Cynara cardunculus* L. en Castilla y León. Agricultura. Nº 817, pp. 504-508.

VILLARÍAS, J.L. (1981). Guía de aplicación de herbicidas. Mundi-Prensa. Madrid, pp. 25 - 368.

Summary: Effects of herbicides of residual action on germination and seedlings of thistle (*Cynara cardunculus).* Use of herbicides to control invading lively flora and belonging to the Compositae family in the thistle culture (*Cynara cardunculus* L.) is difficult due to sensitivity that presents to the crop to such herbicides. He is extremely interesting to know the effect on the germination and the state seedlings that have different herbicides from residual action in preemergency treatments. The seeds are not affected by aclonifen, butralin, clhoridazon, ethofumesate, metamitron, oxyfluorfen and trifluralin, but the residual action of such herbicides on seedlings causes that only makes viable the use of butralin, trifluralin, and ethofumesate at reduced doses.

Key words: phytotoxicity, tolerance, active matters.

TOLERANCIA DEL CARDO (*Cynara cardunculus)* A HERBICIDAS DE ACCIÓN RESIDUAL APLICADOS EN POSTEMERGENCIA DEL CULTIVO

García Tascón, J.R.[1], Villarías, J.L.[2], Garzón, E.[1], García Martínez, V.M.[1]
[1]Departamento de Ingeniería Agraria. Universidad de León.
[2]Departamento de Producción Vegetal y Silvipascicultura. Universidad de Valladolid.

Resumen: El control de la flora invasora con cierta proximidad botánica a la del cardo se hace problemática debido a que los herbicidas que la controlan pueden provocar fitotoxicidad al cultivo. Se seleccionaron diferentes materias activas de acción residual, algunos de los cuales ya se usaron en otros cultivos de la familia de las compuestas para estudiar al tolerancia de *Cynara cardunculus* L. en tratamientos de postemergencia. Las plantas de cardo son tolerantes a butralina, pendimetalina, trifluralina e isoxaben, incluso a dosis elevadas, mientras que otras materias como aclonifene, alacloro, cloridazona, etofumesato, metolacloro y triflusulfuron-metil solo deberían ser aplicadas a dosis reducidas.
Palabras clave: fitotoxicidad, anilinas, benzamidas.

INTRODUCCIÓN

El cardo, al tratarse de una planta perenne, es cultivado durante varios años consecutivos. Su ciclo biológico se caracteriza porque brota en otoño a partir de las yemas de recambio de la base del tallo, pasa el invierno en estado de roseta y en la primavera siguiente emite un tallo floral ramificado que alcanza hasta 2 metros de altura (FERNÁNDEZ *et all*., 1996). Esto hace que el momento de la aplicación de los tratamientos herbicidas sea a la salida del invierno o comienzos de la primavera, momento en el que emergen la mayoría de las malas hierbas invasora y las plantas de cardo se hallan en estado de roseta.

Cuando estos son cultivados en terrenos de secano para la producción de biomasa lignocelulósica, debe reducirse al máximo los costes de producción con el fin de alcanzar una cierta rentabilidad del cultivo, lo que obliga a la utilización de herbicidas de acción residual para minimizar el número de tratamientos herbicidas (GARCÍA. 2002).

El problema surge cuando la flora adventicia presenta una cierta proximidad botánica indeseables (VILLARÍAS y GARCÍA. 2000) debido a que las materias activas que las controlan son generalmente fitotóxicas para el cultivo y como consecuencia, se observan síntomas de clorosis, deformaciones de hojas y tallos, necrosis en el borde de las hojas, etc.

Conociendo la respuesta de otros cultivos pertenecientes a la familia de las compuestas a diferentes materias activas de acción residual (VILLARÍAS. 1981, DE LIÑÁN. 2001) y ensayando otras que controlan este tipo de flora, se plantearon una serie de ensayos cuyo

objetivo fue determinar la tolerancia de las plantas de cardo a materias activas de acción residual aplicadas en postemergencia del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en condiciones de atmósfera controlada de temperatura, con unos rangos de valores entre 21°C (día) y 19°C (noche), y un fotoperiodo con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Las tareas pertinentes para realizar estas investigaciones se llevaron a cabo desde el Instituto de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad de León. Se adquirieron semillas de cardo procedentes de los campos de experimentación de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid; y para su cultivo se utilizaron bandejas alveolares de 5 x 7 macetas, haciendo corresponder a cada fila de 5 macetas la aplicación de una misma dosis, estableciéndose un total de seis dosis por materia activa, que se incrementaron de forma geométrica, y un testigo (Tabla 1).

Se sembraron 3 semillas por maceta a una profundidad de 1 centímetros y los herbicidas se aplicaron 60 días después de la siembra, realizándose 3 repeticiones por cada ensayo. La tolerancia de las plantas de cardo a las distintas dosis de cada materia activa se determinó mediante dos recuentos de la población de plantas: una antes de la aplicación y otra entre 15 y 20 días después.

Tabla 1.- Dosis aplicadas de las materias activas (m.a.).

Materias activas	Dosis (g (m.a.)·ha^{-1})						
	A	B	C	D	E	F	G
Aclonifene 60 %	0	600	1200	2400	4800	9600	19200
Alacloro 48 %	0	960	1920	3840	7680	15360	30720
Butralina 48 %	0	1920	3840	7680	15360	30720	61440
Clopiralida 42,5 %	0	6,375	12,750	19,125	25,500	31,875	42,500
Cloridazona 65 %	0	1300	2600	5200	10400	20800	41600
Etofumesato 50 %	0	125	250	500	1000	2000	4000
Isoxaben 50	0	12,5	25	50	100	200	400
Lenacilo 80 %	0	800	1600	3200	6400	12800	25600
Linuron 50 %	0	500	1000	2000	4000	8000	16000
Metabenzotiazuron 70 %	0	1400	2800	5600	11200	22400	44800
Metamitrona 70 %	0	1400	2800	5600	11200	22400	44800
Metobromuron 50 %	0	500	1000	2000	4000	8000	16000
Metolacloro 96 %	0	480	960	1920	3840	7680	15360
Oxifluorfen 24 %	0	240	480	960	1920	3840	7680
Pendimetalina 33 %	0	330	660	1320	2640	5280	10560
Prometrina 50 %	0	500	1000	2000	4000	8000	16000
Simazina 50 %	0	125	250	500	1000	2000	4000
Terbacilo 80 %	0	200	400	800	1600	3200	6400
Terbutrina 49 %	0	490	980	1960	3920	7840	15680
Trifluralina 48 %	0	960	1920	3840	7680	15360	30720
Triflusulfuron-metil 50 %	0	7,5	15	30	60	120	240

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta en la Tabla 2 la ecuación de la curva de regresión que nos relacionas el porcentaje de plantas tolerantes "y" en función de la dosis aplicada "x", y la dosis teórica (LD_{10}) a la que se produciría una pérdida del 10 % de la población de plántulas con respecto a la población que originalmente había (90 % de tolerancia).

Tabla 2.- Ecuación de la curva de regresión de la tolerancia de las plantas de cardo en función de la dosis de herbicida y valores de LD_{10}.

Materias activas	Ecuación de regresión	r^2	LD_{10} (g (m.a.) ha^{-1})
Aclonifene	y=-21,847Ln(x)+243,96	0,9624	1149,6
Alacloro	y=-9,6731Ln(x)+153,77	0,9515	729,6
Butralina	y = 100	---	Sup a 61440 (100 % a 30720)
Clopiralida	$y = 269,64x^{-0,7652}$	0,9867	31,125
Cloridazona	$y = 7603,3x^{-0,6223}$	0,9222	1247,9
Etofumesato	$y = 211,01x^{-0,1425}$	0,8821	395,3
Isoxaben	y=100	---	Sup a 400 (100 % a 100)
Lenacilo	y=-19,273Ln(x)+186,6	0,8745	150,2
Linuron	y=-0,0241x + 52,931	0,9562	0
Metabenzotiazuron	---	---	0
Metamitrona	y=-28,08Ln(x) + 261,04	0,9988	441,9
Metobromuron	y=-36,911Ln(x) + 336,06	0,9595	785,5
Metolacloro	$y=10^{-7}x^2$ - 0,0045x + 104,3	0,9837	3340,9 (100 % a 1920)
Oxifluorfen	$y = 332,67x^{-0,3626}$	0,9323	36,8
Pendimetalina	y=-3,5233Ln(x) + 121,5	0,9605	7634,9
Prometrina	y= 0	---	0
Simazina	y=-16,006Ln(x) + 167,27	0,9916	124,9
Terbacilo	y= 0	---	0
Terbutrina	y= 0	---	0
Trifluralina	$y = -10^{-8}x^2 + 2\cdot10^{-5}x + 100,11$	0,9964	32800 (100 % a 7680)
Triflusulfuron-metil	$y = -6\cdot10^{-5}x^2 + 0,0295x + 100,26$	0,9579	236,6 (100 % a 30)

Las materias activas ensayadas que pertenecen a la familia de las ureas, triazinas y uracilos producen la pérdida de la mayoría de la población de plantas de cardo desde las dosis más bajas ensayadas, llegando a haber una mortalidad total de plantas con materias activas como prometrina, terbacilo y terbutrina.

Por otro lado, se alcanzan elevadas tolerancias en las aplicaciones con las anilinas: butralina, pendimetalina y trifluralina; y la benzamida isoxaben. No obstante, se aprecia algún síntoma de fitotoxicidad a dosis extremas de trifluralina, que viene dado por la presencia de

deformaciones en el limbo de las hojas a modo de rugosidades, que adquieren tonos verdes oscuros.

CONCLUSIONES

Las plantas de cardo toleran la aplicación de elevadas dosis de butralina, pendimetalina, trifluralina e isoxaben, estando justificada su utilización, incluso a dosis elevadas, por no afectar el normal desarrollo del cultivo.

Las aplicaciones de aclonifene, alacloro, cloridazona, etofumesato, metolacloro y triflusulfuron-metil deber realizarse a dosis reducidas debido a la aparición de síntomas de fitotoxicidad en la plantas, que a dosis elevadas llegan a producir retrasos en el crecimiento y perdidas considerables de población.

BIBLIOGRAFÍA

DE LIÑAN, C. (2001). Vademecum 2001 de productos fitosanitarios y nutricionales. Madrid: Agrotécnicas S.L., pp.205 - 264.

FERNÁNDEZ, J., CURT, M.D., MARTINEZ, M., OLALLA, L. y GONZÁLEZ, J. (1996). Aprovechamiento del cardo (*Cynara cardunculus* L.) para la producción de biomasa lignocelulósica, aceite y forraje verde. Nuevos cultivos, nuevos usos, nuevas alternativas. Zaragoza: I.T.E.A. vol extra nº 17, pp. 49 - 56.

GARCÍA, J.R. (2002). Estudio de materias activas herbicidas que pueden ser utilizadas en el cultivo de *Cynara cardunculus* L. Tesis doctoral. Universidad de León, pp. 1 - 383.

VILLARÍAS, J.L. y GARCÍA, J.R. (2000). Las Malezas Invasoras de los Cultivos de *Cynara cardunculus* L. en Castilla y León. Agricultura. Nº 817, pp. 504-508.

VILLARÍAS, J.L. (1981). Guía de aplicación de herbicidas. Mundi-Prensa. Madrid, pp. 25 - 368.

Summary: Tolerance of the thistle (*Cynara cardunculus*) to active matters with residual action in postemergency applications crop. The control of the invading flora which have certain botanical proximity to the thistle becomes problematic because herbicidas that control it may cause phytotoxicity to the crop. Selecting different active ingredients with residual action, some of which already they were used in other crops of the family of the composed by to study to the tolerance of *Cynara cardunculus* L. in postemergency treatments. The thistle plants are tolerant to butralin, pendimethalin, trifluralin and isoxaben, to doses even elevated, whereas other matters like aclonifen, alachlor, chloridazon, ethofumesate, metolachlor and triflusulfuron-methyl only would have to be applied to reduced doses.

Key words: phytotoxicity, anilines, benzamides.

NUEVAS APLICACIONES DE LAS MEZCLAS DE PROPANO Y BUTANO PARA EL CONTROL DE LA FLORA ARVENSE Y LA DESINFECCIÓN DE SUSTRATOS

J.M. Durán[1], N. Retamal[1], I. Leiva[2], E. Pombo[2]
[1] ETSI Agrónomos, UPM, C. Universitaria, 28040-Madrid
jmduran@pvf.etsia.upm.es
[2] REPSOL YPF, Carretera N-V km 18, 28931-Móstoles
epombob@repsolypf.com

Resumen: REPSOL YPF, en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid, presentan el panorama que ofrecen las nuevas aplicaciones del gas licuado de petróleo (GLP) y las mezclas de propano y butano en el ámbito del control de la flora arvense (malas hierbas) y la desinfección de sustratos de interés agrícola.
Palabras clave: Calor, GLP, malas hierbas.

INTRODUCCIÓN

Una de las líneas de actuación del "Programa de Gas" de la Dirección de Tecnología de REPSOL YPF es la contribución a la utilización del gas, y en particular del gas licuado de petróleo (GLP), en aparatos de consumo que sean innovadores, tengan elevadas prestaciones y presten un servicio de alta calidad, siendo el consumo de GLP en máquinas agrícolas una de las más prometedoras.

La legislación europea e internacional está siendo cada vez más restrictiva en materia de empleo de herbicidas y desinfectantes del suelo o sustratos ($BrCH_3$); de ahí la aparición de métodos alternativos. El GLP proporciona una combustión limpia, con apenas inquemados, siendo el CO_2 y el agua dos subproductos útiles para los cultivos. Por otra parte, el GLP presenta una gran facilidad para ser suministrado en cualquier punto agrícola del territorio nacional; además, la variedad de productos comercializados es, en si misma, una ventaja adicional notable, porque permite adaptar el gas a cualquier tipo de máquina, de manera que se puede utilizar el gas en botellas de tipo doméstico o industrial y "a granel", en tanques incorporados a las propias máquinas o en tanques y surtidores para abastecimiento en la propia explotación agrícola.

MATERIAL Y MÉTODOS

A partir de quemadores cerámicos y de llama directa que existen en el mercado, REPSOL YPF está desarrollando nuevos quemadores que la UPM ensaya de forma comparativa en parcelas experimentales y explotaciones agrícolas representativas de los principales cultivos en los que el GLP tiene aplicación: Algodón, girasol, maíz y remolacha, dentro de los denominados cultivos herbáceos de "escarda" y los frutales de pepita y hueso, olivo en alta densidad y viñedo, son algunos de ellos. El cultivo de especies aromáticas y la producción orgánica o ecológica son dos grandes grupos en los que REPSOL YPF y la UPM están trabajando.

Prototipos especialmente diseñados para aplicar GLP en bandas o líneas (Fig. 1) y dentro de la propia línea de cultivo, regulables en altura, inclinación y posición, con o sin protectores para el cultivo, también están siendo desarrollados por REPSOL YPF, con el fin de adaptar la aplicación del GLP al control de la flora arvense que compite con cualquier cultivo susceptible de ser establecido en forma de líneas.

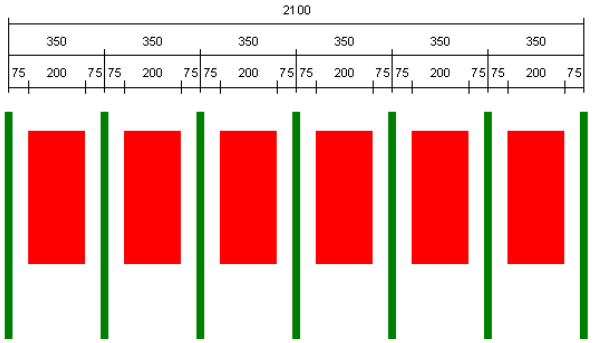


Figura 1. Disposición de los quemadores en un equipo de seis líneas independientes. La agrupación de quemadores permite tratar cultivos con distintas separaciones entre líneas. Cotas en mm.

Para estimar el grado de desinfección de sustratos con GLP se han utilizado granos de trigo (E1, *Triticum aestivum*) y semillas de colza (E2, *Brassica napus*), yeros (E3, *Vicia ervilia*) y amaranto (E4, *Amaranthus retroflexus*). Cuatrocientas unidades de cada especie fueron colocadas en bolsitas de tela y enterradas en el suelo de los Campos de Prácticas de la ETSIA, a distintas profundidades (0, 50, 100, 150 y 200 mm), formando dos bloques. Uno de los bloques, denominado "sustrato seco" permaneció sin modificar hasta el momento de aplicar el GLP; el otro, denominado "sustrato húmedo" se regó hasta alcanzar la capacidad de campo. A las 48 h de haber regado, a ambos tipos de sustrato se les aplicó calor, por medio de un quemador plano (800 x 800 mm), durante los siguientes intervalos de tiempo: 0.5, 1, 2, 4, 8 y 16 min. Una vez alcanzada la temperatura normal del suelo, en el horizonte superior, próximo a la superficie, se recuperaron las bolsitas o sus restos, se extrajeron las semillas y se colocaron a germinar en condiciones óptimas de germinación, según las Normas de la ISTA (*International Seed Testing Association*), hasta 28 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 presentamos el consumo teórico de GLP, por hectárea (CG) ó año (CT), al que se llegaría en función de diferentes consideraciones: Separación entre líneas de cultivo (SL), número de quemadores por línea (QL), líneas de trabajo (LT), anchura de trabajo (AT), velocidad de trabajo (VT) y número de aplicaciones al año (1-3). A estos resultados se ha llegado por aplicación del consumo horario registrado en los ensayos llevados a cabo en la UPM, sobre cultivos de remolacha y maíz.

Los ensayos realizados desde la UPM para REPSOL YPF, desde hace varios años, han puesto de manifiesto que, desde el punto de vista agronómico, la aplicación de GLP a cultivos de girasol, maíz y remolacha, cuando se lleva a cabo correctamente, permite alcanzar rendimientos en cantidad ($kg \cdot ha^{-1}$) y calidad (grasa en girasol, materia seca en maíz y azúcar en remolacha), similares a los que se pueden alcanzar con el empleo de herbicidas convencionales (trifluralina, en girasol; triazinas, en maíz y varios, en remolacha) o mediante operaciones de escarda manual o mecánica (escarificación con cultivador o aperos similares).

Tabla 1. Consumo de GLP por hectárea (CG) y consumo total (CT), según diferentes modalidades de trabajo. Separación entre líneas de cultivo (SL), número de quemadores por línea (QL) y totales (QT), líneas de trabajo (LT), anchura de trabajo (AT), velocidad de trabajo (VT) y número de aplicaciones al año (1-3).

SL (cm)	QL	LT	QT	AT (cm)	VT ($km \cdot h^{-1}$)	CG ($kg \cdot ha^{-1}$)	CT ($kg \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$)		
							1	2	3
35	1	6	6	210	2	71.4	71.4	142.9	214.3
					4	35.7	35.7	71.4	107.1
					6	23.8	23.8	47.6	71.4
					8	17.9	17.9	35.7	53.6
60	2	3	6	180	2	41.7	41.7	83.3	125.0
					4	20.8	20.8	41.7	62.5
					6	13.9	13.9	27.8	41.7
					8	10.4	10.4	20.8	31.3
85	3	2	6	170	2	29.4	29.4	58.8	88.2
					4	14.7	14.7	29.4	44.1
					6	9.8	9.8	19.6	29.4
					8	7.4	7.4	14.7	22.1

A partir de lo anteriormente expuesto, pensamos que la decisión de sustituir un herbicida por el empleo de GLP, más que por razones de producción o rendimiento en las cosechas, vendrá determinada por razones de otra índole, diferentes a la eficacia del tratamiento, como pueden ser: 1, El alto coste que representa el empleo de herbicidas combinados en algunos cultivos, como sucede, por ejemplo, en la remolacha; 2, la dilatada persistencia que presentan algunos herbicidas, como es el caso de las triazinas, empleadas de forma generalizada en el maíz; 3, aspectos medioambientales que obligan a retirar un gran número de productos fitosanitarios, entre los que se encuentran varios herbicidas; 4, nuevas formas de obtener alimentos ("producción controlada", "producción integrada", "producción ecológica" y "agricultura sostenible").

Los resultados finales de germinación dieron lugar a la Fig. 2, en la que podemos observar la relación encontrada, para un sustrato "húmedo", entre la profundidad a la que se encuentra el "banco de semillas del suelo" y la germinación o su inversa, la mortalidad, de sus semillas cuando se exponen a una determinada potencia calorífica, expresada como integral térmica (Σ $Tiempo_i \cdot temperatura_i$), aportada por la combustión directa del GLP.

El control térmico de semillas enterradas a profundidades superiores a 150 mm requiere potencias caloríficas tan elevadas que actualmente no resultan recomendables, motivo por el cual los resultados obtenidos no han sido representados.

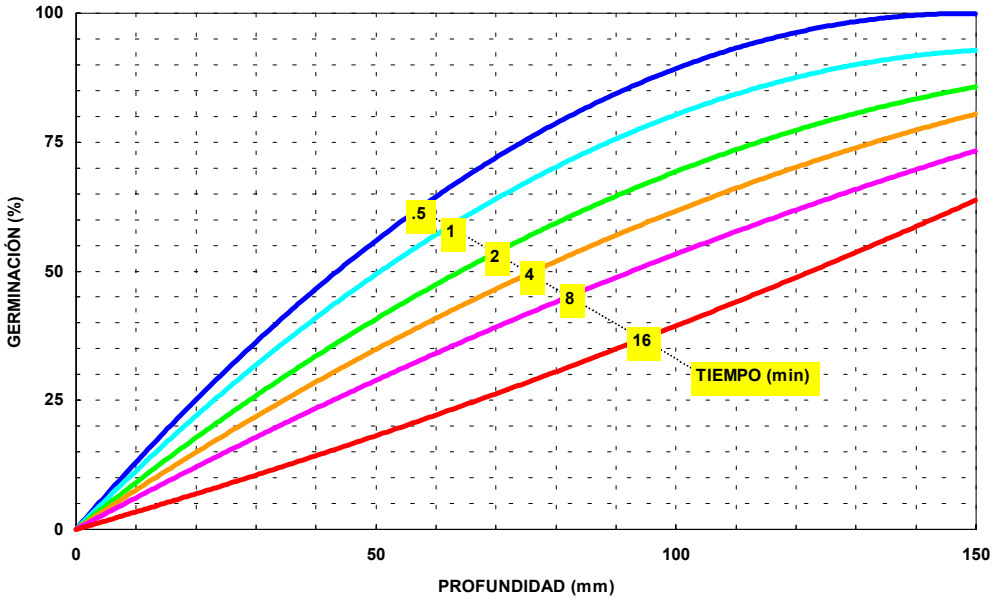


Figura 2. Germinación de semillas de diferentes especies en relación con la profundidad a la que se encuentran localizadas y el tiempo de aplicación de GLP, en un "sustrato húmedo".

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de gas licuado de petróleo (GLP) en las que REPSOL YPF y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) están trabajando, constituyen una alternativa técnicamente muy interesante y económicamente viable, a la escarda química o al laboreo convencional, para el control de la flora arvense que normalmente aparece en los cultivos realizados en líneas (cultivos de escarda). La "agricultura ecológica" y la desinfección de sustratos son otras dos aplicaciones que, una vez desarrollados los equipos en los que actualmente está trabajando REPSOL YPF y la UPM, también podrán beneficiarse claramente de las nuevas aplicaciones de GLP en Agricultura.

Summary: New applications of propane and butane mixtures for weed control and disinfectation of substrates. REPSOL YPF, in collaboration with the Polytechnic University of Madrid (UPM), presents the panorama that offer the new applications of the mixtures of propane and butane in the area of the weed control and the disinfection of substrates of agricultural interest.
Key words: Heat, GLP, weed control.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

HERBICIDAS DE APLICACIÓN OTOÑAL AUTORIZADOS EN PRODUCCIÓN INTEGRADA DE OLIVAR: ESTUDIO DE LA EFICACIA

J. A. Pérez[1], F. Cabeza[2] y J.M. Urbano[1]
[1] Universidad de Sevilla. Dpto Ciencias Agroforestales. 41013 – Sevilla. urbano@us.es
[2] Ntra. Sra de las Virtudes S.C.A., La Puebla de Cazalla. Sevilla

Resumen: Se presentan los resultados de ensayos de campo para evaluar la eficacia de los herbicidas de aplicación otoñal autorizados en Producción Integrada de Olivar. Los resultados de 3 localidades (1 año) indican que algunas malas hierbas especialmente problemáticas como *Conyza* spp*., Lamium amplexicaule y Sonchus* spp. pueden ser eficazmente controladas con aplicaciones otoñales de diurón, terbutilazina + diurón o con oxifluorfen, pero el escaso control del resto de las materias activas estudiadas indica la existencia de un elevado riesgo de aparición de resistencias. Otras especies menos problemáticas (*Erodium, Stellaria* y *Picris*) fueron bien controladas con diversas materias activas. También se estudió un tercer grupo de malas hierbas (*Malva, Calendula, Anthemis, Lolium, Anagallis, Daucus,* y *Scorpiurus*) para las que no se encontraron diferencias significativas, aunque el nivel de infestación de algunas de ellas fue alto, como *Malva*.
Palabras clave: *Control, Conyza, Lamium, Sonchus*.

INTRODUCCIÓN

El Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar (Junta de Andalucia, 2002) supone un nuevo escenario para el manejo de las malas hierbas del olivo en Andalucía para aquellos agricultores que formen parte de una A.P.I. (Agrupación de Producción Integrada). El cambio se debe fundamentalmente a la reducción en el número de materias activas herbicidas disponibles y a las restricciones respecto a la forma de utilización, ya que solo son permitidos aquellos que superan unos mínimos criterios (OILB, 2002).

Las limitaciones presentadas en el Reglamento, unido a la prohibición generalizada de la utilización de la simazina en el olivar, han provocado una demanda de información, fundamentalmente por parte de los técnicos de cooperativas olivareras, acerca de las posibilidades de los herbicidas disponibles para el control de las principales malas hierbas.

Con este estudio se pretende complementar y actualizar el excelente trabajo publicado por Saavedra y Pastor (2002 y 1994) teniendo en cuenta las restricciones de la Producción Integrada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron ensayos de campo en tres localidades de olivar del término de La Puebla de Cazalla (Sevilla). Las tres parcelas fueron elegidas de forma que fuesen representativas del tipo de suelo de comarca (suelo arenoso, suelo arcilloso y suelo franco).

En cada localidad se estableció el mismo diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones.

Como tratamientos se incluyeron la mayoría de las materias activas autorizadas para su uso en preemergencia y/o postermergencia temprana en el Reglamento de Producción Integrada (Tabla 1).

Para cada localidad, el ensayo se ubicó en zonas de suelo relativamente homogéneo y con referencias de importantes infestaciones de años anteriores.

El tamaño de la parcela elemental dependió del marco de plantación, pero siempre osciló entre 40 y 50 m^2.

Durante el tiempo que duró el ensayo (25-sepetiembre al 30-enero) se efectuaron valoraciones quincenales realizando tres tiradas de aros en cada parcela y anotando el número de individuos de cada especie de mala hierba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan los resultados de eficacia de las materias activas autorizadas en Producción Integrada para aplicaciones de preemergencia y/o de postemergencia temprana.

La *Conyza* resultó ser la mala hierba predominante en la generación otoñal. Los datos presentados indican que las infestaciones de *Conyza* spp. pueden ser controladas con buenos resultados con una aplicación de terbutilazina + diurón o con diurón solo. No obstante esta formulación debe aplicarse con humedad en el suelo y antes del 1 de octubre. Cuando estos requisitos no se pueden cumplir, también puede conseguirse un control adecuado de la mala hierba con aplicaciones de oxifluorfen en postemergencia temprana, aunque esta segunda opción es más costosa. Diflufenicán y flazasulfurón no consiguieron ningún control de la infestación. El largo periodo de germinación demostró que las infestaciones de esta mala hierba no pueden controlarse con una única aplicación de herbicida. Este hecho, y el elevado riesgo de aparición de resistencia obligan a complementar el control químico con otras técnicas de manejo (Saavedra y Pastor, 2002).

Lamium amplexicaule tuvo un periodo de germinación mucho más corto y precoz que *Conyza*, y se consiguió controlar de forma eficaz con terbutilazina + diurón y con oxifluorfen. La norflurazona no controló la infestación, sobre todo en la localidad de suelo arenoso. La eficacia del flazasulfurón dependió de la localidad, obteniendo peores resultados en la parcela de suelo arcilloso.

Las infestaciones de *Sonchus* spp. se controlaron eficazmente con aplicaciones de diurón o terbutilazina + diurón durante el mes de septiembre. Excepto flazasulfurón (que no controló a la mala hierba), el resto de las materias activas estudiadas consiguieron eficacias intermedias.

La infestación de *Erodium* fue controlada sin problemas por terbutilazina + diurón, diurón, oxifluorfen, y norflurazona, que tuvieron un mejor comportamiento que flazasulfurón y diflufenican (aunque sin diferencias significativas) y que el testigo sin tratar (con densidades significativamente superiores).

Las otras dos especies de malas hierbas donde se encontraron diferencias significativas respecto del testigo sin tratar fueron *Stellaria media* y *Picris echioides*. Aunque con pequeñas dieferencias entre ellas, las seis materias activas utilizadas consiguieron buenos niveles de eficacia.

También se estudió un tercer grupo de malas hierbas (*Malva, Calendula, Anthemis, Lolium, Anagallis, Daucus,* y *Scorpiurus*) para las que no se encontraron diferencias significativas (datos no presentados). En la mayoría de estas especies la dificultad para encontrar diferencias entre los distintos tratamientos puede ser atribuida a la baja densidad de la infestación, pero en otras (como *Malva* y *Daucus*) es más probable que sea debido a la dificutad del control.

A los cuatro meses se levantó el ensayo y se analizaron los datos de biomasa (peso fresco) de las infestaciones de cada parcela. La biomasa del testigo (unos 7000 kg/ha) fue significativamente superior a la del herbicida que obtuvo peor control, la norflurazona, y la biomasa de las parcelas tratadas con este herbicida resultó también significativamente superior a la del resto de los tratamientos.

CONCLUSIONES

Este trabajo ha permitido comprobar que las infestaciones de *Conyza, Lamium, Sonchus, Erodium, Stellaria* y *Picris*, pueden ser controladas con aplicaciones otoñales de herbicidas cumpliendo los requisitos del Reglamento Específico de Producción Integrada. Se han encontrado diferencias en las eficacias de las materias activas estudiadas y que dependió fundamentalmente de la especie de mala hierba. También se ha observado que el problema de la *Conyza* no está completamente resuelto con las aplicaciones otoñales (debido al amplio periodo de germinación y al riesgo de resistencia) y que existen otras malas hierbas (particularmente *Malva* y *Daucus*) para las que no se encontraron materias activas eficaces de aplicación otoñal.

BIBLIOGRAFÍA

JUNTA DE ANDALUCÍA (2002). Orden de 18 de julio de 2002, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar. BOJA nº88 de 27 de julio de 2002, 14356-14377.

OILB (2002). Guidelines for Integrated Production of Olives. Editores: C. Malavolta, G. Delrio y E.F. Boller. Dijon (Francia). 37-47.

SAAVEDRA, M.; PASTOR, M. (1994). La flora del olivar y el uso de herbicidas. Agricultura, 746, 748-753.

SAAVEDRA, M.; PASTOR, M. (2002). Sistemas de cultivo en olivar (manejo de malas hierbas y herbicidas). Editorial Agrícola Española S.A.. Madrid (España). 1-429.

Summary: Autumnal herbicides authorized for Integrated Production of olives in southern Spain: evaluation of efficacy. Results from three field trials are showed to evaluate the efficacy of six herbicides authorized for Integrated Production of olives for preemergence and/or early postemergence weed control. Data from 3 locations (1 year) suggest that several problematic weed species as *Conyza* spp., *Lamium amplexicaule* and *Sonchus* spp. can be controled with autumnal pulverization of diuron, terbutilazina + diuron or oxifluorfen, but the limited efficacy of the rest of herbicides allowed alerts about the high risk of resistance. Other less problematic weeds (*Erodium, Stellaria* and *Picris*) were controled by several herbicides. For a third group of weeds (*Malva, Calendula, Anthemis, Lolium, Anagallis, Daucus* and *Scorpiurus*) no statistic differences were found although for some of them the level of infestation was high, like *Malva*.
Key words: Control, *Conyza, Lamium, Sonchus*.

Tabla 1.- Materias activas utilizadas en los tratamientos otoñales[(a)].

Nombre comercial	Materia activa	Dosis [(b)]	Fecha de aplicación
Urón	Diurón 80%	2,25 kg.ha^{-1} (1,5 kg.ha^{-1})	Última semana de septiembre
Printop	Terbutilazina 28.5% + Diurón 28.5%	3,86 l.ha^{-1} (1,75 l.ha^{-1})	Primera semana de octubre
Zorial	Norflurazona 80%	3,00 kg.ha^{-1} (1,87 kg.ha^{-1})	10-oct-02
Zarpa	Diflufenican 4.12% + Glifosato 16.8%	3,16 l.ha^{-1} (2,43 l.ha^{-1})	22-oct-02
Galigan	Oxifluorfen 24%	2,00 l.ha^{-1}	22-oct-02
Katana	Flazasulfurón 25%	0,10 kg..ha^{-1}	29-oct-02

(a) Todas las aplicaciones se realizaron con un volumen de caldo de 400 l.ha^{-1}. Todos los tratamientos se realizaron con una Mochila Matabi, de 16 litros, con boquilla plana.

(b) Entre paréntesis se indican las dosis utilizadas en la localidad de suelo arenoso, para aquellos productos en los que se obliga a reducir la dosis de aplicación según el Reglamento de Producción Integrada.

Tabla 2.- Eficacia de herbicidas autorizados en producción integrada, en el control de 6 especies de malas hierbas anuales de invierno.

	Conyza		*Lamium*		*Sonchus*	
	Eficacia[a]	Control[c]	Eficacia	Control	Eficacia	Control
Diurón	55% a[b]	C	56% ab	P	97% a	C
Norflurazona	50% ab	P	0% b	NC	51% abc	P
Terbutilazina + Diurón	70% a	C	78% a	C	91% ab	C
Oxifluorfen	64% a	C	77% a	C	56% abc	P
Flazasulfurón	3% b	NC	56% ab	P	24% bc	NC
Diflufenican	0% b	NC	56% ab	P	74% abc	P

	Erodium		*Stellaria*		*Picris*	
	Eficacia	Control	Eficacia	Control	Eficacia	Control
Diurón	86% a	C	75% a	C	86% a	C
Norflurazona	68% a	C	99% a	C	76% a	C
Terbutilazina + Diurón	87% a	C	86% a	C	92% a	C
Oxifluorfen	88% a	C	100% a	C	92% a	C
Flazasulfurón	52% ab	P	100% a	C	80% a	C
Diflufenican	52% ab	P	100% a	C	87% a	C

(a) La eficacia indica la reducción de la densidad de mala hierba respecto al testigo sin tratar.
(b) Para cada mala hierba, valores de eficacia seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes según el test de separación de medias Tukey, con un nivel de confianza del 95%.
(c) Clasificación subjetiva sugerida por los autores. C= buen control; P= control parcial; NC= control insuficiente.

ENSAYO DE HERBICIDAS EN ARROZ CULTIVADO CON RIEGO POR ASPERSIÓN

O. Blanco [1], J. Cavero [2], S. Fernández-Cavada [3], C. Zaragoza [1]
[1] SIA-DGA. Apdo 727. 50080 Zaragoza
[2] EEAD-CSIC. Apdo 202. 50080 Zaragoza
[3] CPV-DGA. Apdo 727. 50080 Zaragoza

Resumen: Se ensayaron 8 programas de tratamientos herbicidas en preemergencia y postemergencia del arroz variedad 'Guadiamar' regado por aspersión. Sólo los programas que incluían un tratamiento en preemergencia controlaron eficazmente las gramíneas. El mejor tratamiento fue el de pendimetalina 33% (4 $l.ha^{-1}$ p.c.) en preemergencia, que controló eficazmente las gramíneas (*Echinochloa crus-galli*, *Setaria pumila*) y las dicotiledóneas (*Amaranthus retroflexus, Sonchus oleraceus*). Los tratamientos con clomazona 36% (1 $l.ha^{-1}$ p.c.) u oxadiazón 25% (2 $l.ha^{-1}$ p.c.) en preemergencia también controlaron adecuadamente las gramíneas. El tratamiento con azimsulfuron 20% (1,5 $l.ha^{-1}$ p.c.) + bensulfuron 60% (85 $g.ha^{-1}$ p.c.) en post precoz fue fitotóxico y redujo el rendimiento.
Palabras clave: *Oriza sativa*, *Echinochloa crus-galli*, arroz aeróbico

INTRODUCCIÓN

El arroz regado por aspersión tiene interés principalmente por el ahorro de agua que puede ser del orden de un 50% (BOUMAN *et al.*, 2002; SPANU y MURTAS, 2002). Además, permite cultivar el arroz en rotación con otros cultivos, con las ventajas agronómicas que ello conlleva. En lo referente a los rendimientos existe discrepancia entre estudios que han encontrado una disminución importante respecto del arroz regado por inundación (MCCAULEY, 1990; MUIRHEAD *et al.*, 1989) y otros en los que los rendimientos son similares al arroz inundado (SPANU y MURTAS, 2002).

Además del manejo del riego, uno de los principales cambios en el cultivo de arroz con riego por aspersión frente al sistema de cultivo tradicional con riego por inundación es el control de las malas hierbas. El control de malas hierbas en el cultivo tradicional se basa en gran medida en la existencia de una lámina de agua que impide el desarrollo de especies no aptas a condiciones anaeróbicas. Ello provoca una selección de las especies de malas hierbas adaptadas a dichas condiciones y ha dado lugar a un desarrollo de herbicidas diseñados para el control de dichas especies en el cultivo tradicional con presencia de lámina de agua. Sin embargo, existe poca información tanto sobre la selectividad como sobre la eficacia de los herbicidas en arroz regado por aspersión (AKKARI *et al.*, 1986).

El objetivo de este trabajo fue estudiar la selectividad y eficacia de distintos tratamientos herbicidas en el cultivo de arroz regado por aspersión.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estableció un ensayo con 8 programas de tratamientos y un testigo sin tratar en parcelas de 28 m^2 en bloques al azar y cuatro repeticiones (Tabla 1). La variedad utilizada fue 'Guadiamar' que se sembró el 17 de Mayo en un suelo franco-arcillo-arenoso de pH básico en la finca de la Estación Experimental Aula Dei en Zaragoza. Los tratamientos realizados se muestran en la Tabla 1. Se aplicaron 52 riegos (3 riegos semanales) desde el 29/05 al 20/09 con una dosis total de 722 mm.

Los tratamientos de preemergencia se realizaron 10 días después de la siembra. Los tratamientos en postemergencia precoz se realizaron con el arroz en 3-4 hojas el 2 de julio. El tratamiento en postemergencia tardía se realizó a principios del ahijamiento del arroz. Las aplicaciones se realizaron con pulverizador de precisión accionado con nitrógeno, con boquillas de abanico plano a una presión de 2 $kg.cm^{-2}$. El volumen de aplicación fue de 300 $l.ha^{-1}$. La eficacia se valoró visualmente por comparación con el testigo (escala 0-100). La fitotoxicidad se valoró visualmente, comparando con el testigo (escala 0-10). El análisis estadístico se realizó con el programa SAS 8.2., mediante ANOVA y separación de medias con el test LSD (p=0.05). En el caso de la densidad de malas hierbas se transformaron los datos con $(x+0.5)^{1/2}$.

Tabla 1. Momento de aplicación, herbicida y dosis (p.c.) aplicados en los tratamientos.

Tratamiento	Momento de aplicación	Herbicida y dosis (p.c.)
1	Postemergencia precoz Postemergencia tardía	propanil 35% a 10 $l.ha^{-1}$ (bentazona 40% + MCPA 6%) a 4 $l.ha^{-1}$
2	Postemergencia precoz Postemergencia tardía	bensulfuron 60% a 85 $g.ha^{-1}$ + propanil 35% a 10 $l.ha^{-1}$ (bentazona 40% + MCPA 6%) a 4 $l.ha^{-1}$
3	Preemergencia	pendimentalina 33% a 4 $l.ha^{-1}$
4	Preemergencia Postemergencia tardía	clomazona 36% a 1 $l.ha^{-1}$ (bentazona 40% + MCPA 6%) a 4 $l.ha^{-1}$
5	Preemergencia	clomazona 36% a 1 $l.ha^{-1}$ + pendimetalina 33% a 4 $l.ha^{-1}$
6	Preemergencia Postemergencia precoz	oxadiazon 25% a 2 $l.ha^{-1}$ clefoxidim 20% a 0,7 $l.ha^{-1}$
7	Postemergencia precoz	azimsulfuron 50% a 50 $g.ha^{-1}$ + cinosulfuron 20% a 400 $g.ha^{-1}$
8	Postemergencia precoz Postemergencia tardía	cihalofop-butilo 20% a 1,5 $l.ha^{-1}$ + bensulfuron 60% a 85 $g.ha^{-1}$ propanil 35% a 10 $l.ha^{-1}$
9	Testigo sin escarda	

RESULTADOS

Las malas hierbas presentes más importantes fueron *Setaria pumila*, *Setaria verticillata, Echinochloa crus-galli*, *Cyperus rotundus*, *Amaranthus retroflexus, Anagallis arvensis* y *Sonchus oleraceus.*

En la evaluación realizada a los quince días del tratamiento de postemergencia precoz se observó un buen control de las gramíneas y, en general, de dicotiledóneas con los programas herbicidas en los que se había hecho un tratamiento de preemergencia con pendimetalina, clomazona u oxadiazón (Tabla 2A). Los programas en los que no se realizó

dicho tratamiento de preemergencia no controlaron las gramíneas pero sí parcialmente las dicotiledóneas. Ninguno de los tratamiento herbicidas disminuyó el número de plantas de *Cyperus rotundus* respecto del testigo, observándose incluso un mayor número de plantas de dicha mala hierba en aquellos tratamientos que habían controlado bien las gramíneas. Los programas de tratamientos 6 y 7 produjeron una ligera fitotoxicidad aunque no significativa.

En cosecha se observó una buena eficacia en el control de gramíneas con aquellos programas que incluían un tratamiento en preemergencia con los herbicidas indicados anteriormente (Tabla 2B). El control de dicotiledóneas fue aceptable en casi todos los tratamientos, con excepción del tratamiento 8. Se obtuvo un buen control de *Cyperus* con los programas 1, 2, 7 y 8, aunque la baja eficacia contra gramíneas en estos tratamientos pudo contribuir también a un menor desarrollo del *Cyperus* en estas parcelas. Se observó una fitotoxicidad moderada con el programa 7 (azimsulfuron + cinosulfuron en post precoz).

Tabla 2. Evaluación de la eficacia sobre diferentes grupos de malas hierbas y de la fitotoxicidad sobre arroz en los distintos programas de tratamiento: **A)** a los 15 días del tratamiento de postemergencia precoz, **B)** en cosecha, y rendimiento del arroz (14% de humedad). Para cada columna, las medias con igual letra no son significativamente distintas al nivel de probabilidad del 5% (test LSD).

A)	**Tratamiento**			**Nº malas hierbas.m^{-2}**			**Fitotoxicidad (escala 0-10)**
Nº	**Preemergencia**	**Post-emergencia precoz**	**Post-emergencia tardía**	**Gramíneas**	**Dicots**	**Cyperus**	
1	-	propanil	bentazona + MCPA	12,3 c	15,5 e	28,5 ab	1,5 a
2	-	bensulfuron + propanil	bentazona + MCPA	5,6 bc	7,2 bc	18,6 a	0,7 a
3	pendimetalina	-	-	0 a	1,8 ab	52,2 b	0,5 a
4	clomazona	-	bentazona + MCPA	0,9 a	14,0 de	57,2 b	1 a
5	clomazona + pendimetalina	-	-	0,1 a	0,2 a	33,6 ab	1,7 a
6	oxadiazon	clefoxidim	-	0 a	1,2 a	48,1 b	2,7 a
7	-	azimsulfuron + cinosulfuron	-	9,3 c	1,7 a	13,2 a	2,5 a
8	-	cihalofop-butilo + bensulfuron	propanil	8,1bc	7,3 cd	9,7 a	0,25 a
9	-	-	-	6,1 bc	36,5 f	17,5 a	0 a

B)	**Tratamiento**			**Eficacia (%)**			**Fitotoxicidad (escala 0-10)**	**Rdto (kg.ha^{-1})**
Nº	**Preemergencia**	**Post-emergencia precoz**	**Post-emergencia tardía**	**Gramíneas**	**Dicots**	**Cyperus**		
1	-	propanil	bentazona + MCPA	31 c	69 a	94 a	0 a	1527 ab
2	-	bensulfuron + propanil	bentazona + MCPA	33 bc	71 a	90 a	0 a	2014 a
3	pendimetalina	-	-	94 a	73 a	50 bc	0 a	2039 a
4	clomazona	-	bentazona + MCPA	89 a	79 a	61 b	2 b	1538 ab
5	clomazona + pendimetalina	-	-	100 a	84 a	49 bc	0 a	1652 ab
6	oxadiazon	clefoxidim	-	99 a	89 a	33 c	1 ab	1494 ab
7	-	azimsulfuron + cinosulfuron	-	50 b	83 a	96 a	4 c	706 c
8	-	cihalofop-butilo + bensulfuron	propanil	40 bc	48 b	94 a	0.5 ab	1579 ab
9	-	-	-	0 d	0 c	0 d	0 a	1071 bc

CONCLUSIONES

El mayor obstáculo en el cultivo del arroz por aspersión es el control de gramíneas durante las primeras fases de desarrollo ya que el arroz se desarrolla muy despacio durante este periodo en las condiciones climáticas de la zona de estudio. Tres herbicidas aplicados en preemergencia pueden cumplir esta función: pendimetalina, clomazona y oxadiazón. El mejor control de dicotiledóneas se obtuvo con los tratamientos 6, 5 y 7, y en el caso de *Cyperus rotundus* con los tratamientos 7, 8, 1 y 2.

En cuanto a fitotoxicidad, se observaron daños moderados en el arroz tratado con la mezcla 7 de azimsulfurón + cinosulfurón.

Todos los tratamientos, excepto el 7, aumentaron el rendimiento (40-90%) respecto al testigo sin tratar, aunque solamente fue significativo el aumento en el caso de los programas 2 y 3. En cualquier caso, dados los bajos rendimientos, los resultados de rendimientos no son tan relevantes como los de eficacia. Así, la pendimetalina, la mezcla de clomazona + pendimetalina y el oxadiazón en preemergencia obtuvieron una alta eficacia en el control de anuales y son por lo tanto los herbicidas con un mayor interés para trabajos futuros.

BIBLIOGRAFÍA

AKKARI, K.H.; TALBERT, R.E.; FERGUSON, J.A.; GILMOUR, J.T.; KHODAYARI, K. (1986). Herbicides and seeding rate effects on sprinkler-irrigated rice. Agronomy Journal, 78: 927-929.

BOUMAN, B.A.M.; YANG XIAOGUANG; WANG HUAQI; WANG ZHIMING; ZHAO JUNFANG; WANG CHANGGUI; CHENG BIN. (2002). Aerobic rice (Han Dao): a new way of growing rice in water-short areas. In: Proceedings of the 12th International Soil Conservation Organization Conference, 26-31 May, 2002, Beijing, China. Tsinghua University Press. Pp. 175-181.

MCCAULEY, G.N. (1990). Sprinkler vs. flood irrigation in traditional rice production regions of southern Texas. Agronomy Journal, 82: 677-683.

MUIRHEAD, W.A.; BLACKWELL, J.; HUMPHREYS, E.; WHITE, R.J.G. (1989). The growth and nitrogen economy of rice under sprinkler and flood irrigation in South East Australia. I. Crop response and N uptake. Irrigation Sciences, 10:183-199.

SPANU, A.; MURTAS, A. (2002). Coltivazione del riso con irrigazione per aspersione. Informatore Agrario, 7:33-36.

Summary: Herbicide trial on sprinkler irrigated rice. Eight programs of pre and post-emergence herbicide treatments were studied on sprinkler irrigated rice cv. `Guadiamar´. Only the programs that included a pre-emergence herbicide treatment controlled grass weeds. The best weed control was obtained with pendimethalin 33% (4 $l.ha^{-1}$ c.p.) applied pre-emergence, which controlled the grass weeds (*Echinochloa crus-galli, Setaria pumila*) and the dicot weeds (*Amaranthus retroflexus, Sonchus oleraceus*). Treatments with clomazone 36% (1 $l.ha^{-1}$ c.p.) and oxadiazon 25% (2 $l.ha^{-1}$ c.p.) applied pre-emergence also controlled grass weeds. The treatment with azimsulfuron 20% (1,5 $l.ha^{-1}$ c.p.) + bensulfuron 60% (85 $g.ha^{-1}$ c.p.) at early post-emergence was phytotoxic and reduced the rice yield.

Key words: *Oryza sativa*, Banyard grass, aerobic rice

TOXICIDAD DE TRES FORMULACIONES DE GLIFOSATO SOBRE *Aphanius iberus*

E. Lorenzo[1], D. Gómez de Barreda[1], E. Vendrell[2], J. M. Carrasco[2]
(1) IVIA.- Generalidad Valenciana. Cra. de Moncada a Naquera Km 4,5.- 46113. Moncada (Valencia)
(2) Departamento de Biotecnología. UPV.-Camino de Vera , sn . 46022. Valencia.
jmcarras@btc.upv.es

Resumen: *Aphanius iberus* es un pez de humedales, presente en la Albufera de Valencia, que se encuentra seriamente amenazado por problemas de contaminación. El glifosato (N-fosfonometil-glicina) es un herbicida que se ha propuesto en este escenario para el control de algunas gramíneas en las matas de plantas acuáticas del lago y para la eliminación del arroz salvaje y otras malas hierbas en los arrozales en presiembra. Existen varias formulaciones con diferente contenido de glifosato en forma de sal de isopropilamina y actualmente se está generalizando el uso del glifosato 68%, formulado como sal amónica (Transorb®). Este trabajo pretende comparar la toxicidad sobre *Aphanius* de una de las formulaciones más conocidas, como es el glifosato 36% (Roundup Plus®), con la del glifosato 96% (glifosato técnico) y la del glifosato 68% (Transorb®). Los resultados indican que la toxicidad de estas formulaciones depende más del tipo de formulación que de su contenido en N-fosfonometilglicina y el orden de toxicidad creciente es Roundup Plus®, glifosato 96%, Transorb®. Concretamente, los ensayos de toxicidad aguda indican que la especie estudiada no resiste concentraciones de Transorb® superiores a 40 $mg.L^{-1}$ de glifosato, mientras que tolera dosis más de 10 veces superior de la formulación Roundup Plus®. Los estudios de toxicidad crónica indican una adaptación de esta especie a tratamientos sucesivos
Palabras clave: Ecotoxicología, herbicidas, peces, N-fosfonometilglicina.

INTRODUCCIÓN

Aphanius dispar ha sido propuesto (FRENKEL y GOREN, 1997) como un valioso organismo para el control biológico de mosquitos. *Aphanius iberus*, también denominado *Lebias ibera,* es un pez autóctono, de 3 a 5 cm de longitud que se desarrolla en el entorno del Parque Natural de la Albufera (PNA), y que por problemas de contaminación se encuentra en

peligro de extinción. Este pez, se ha mostrado mucho más sensible (unas treinta veces) a insecticidas como el clorpirifos (VARÓ *et al*., 2000) que *Gambusia affinis* o el crustáceo *Artemia partenogenetica*.

La Consellería de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana, está realizando esfuerzos para la recuperación de *Aphanius iberus*, y suministra ejemplares de esta especie al IVIA, desde hace varios años, para realizar estudios de toxicidad con los principales herbicidas utilizados en los arrozales.

Se han publicado ya algunos datos sobre la toxicidad del molinato (LORENZO y GÓMEZ DE BARREDA, 1997) y el propanilo (LORENZO y GÓMEZ DE BARREDA, 2001), y se ha propuesto el empleo de miniacuarios (LORENZO y GÓMEZ DE BARREDA, 2002), para estudios comparativos de toxicidad.

El mojante utilizado en la formulación del Roundup® se denomina POEA (polioxietilamina). Estudios efectuados en ratas indican que la toxicidad del glifosato solo, es menor que cuando contiene el mojante POEA (ADAM *et al*., 1997). Además otros aditivos como el surfactante Syndex, se ha mostrado mucho más tóxico en peces (*Ictalurus punctatus*, *Lepomis microchirus*) y cangrejos (*Procambarus* spp) que los propios herbicidas glifosato 36% (Roundup®) y 2,4-D (ABDELGHANI *et al*., 1997). El orden de toxicidad en peces fue Roundup® > 2,4-D; pero, en los cangrejos, el orden de toxicidad es el inverso, diferencias significativas según sean vertebrados ó invertebrados. Sin embargo, la dilución a la que se ven sometidos los herbicidas en los canales, permite suponer que el riesgo de impacto negativo sea mínimo (ABDELGHANI *et al*.,1997).

El glifosato, se puede recomendar para el control de malas hierbas en zonas húmedas arroceras, donde normalmente está aclimatado *Aphanius*, con el fin de actuar contra floras agresivas específicas en tratamientos convencionales o mediante aplicaciones especiales con cuerdas humedecidas, o simplemente para realizar prácticas de laboreo de conservación en siembras en seco sobre el rastrojo del cultivo anterior (GÓMEZ DE BARREDA *et al*., 2000). Incluso, el glifosato 36% (Roundup®) se ha recomendado como herbicida ideal para el control de algunas malas hierbas en determinadas matas acuáticas del Parque Nacional de la Albufera (DIES y FERNÁNDEZ-ANERO, 1997).

Vista la importancia que está adquiriendo el glifosato 68% formulado como sal amónica (Transorb®), en el control de malas hierbas en los huertos, así como el posible empleo en la lucha contra el arroz rojo y laboreo de conservación en zonas húmedas, se ha considerado oportuno estudiar las toxicidades sobre *Aphanius iberus* del nuevo formulado, comparadas con uno de los más utilizados, el Roundup Plus® y del propio glifosato técnico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para los ensayos de toxicidad se utilizaron frascos de vidrio de dos litros, con cierre hermético, a los que se añadía 1 litro de agua (con la composición indicada en la tabla 1) y 2 $g.L^{-1}$ de ClNa. En los acuarios descritos, se situaron cinco ejemplares de *Aphanius* por miniacuario y se les alimentó una vez por semana, normalmente el viernes. Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento. Todos los recipientes se situaron en una cámara con baja iluminación, mantenida durante 16 horas con luz y ocho en oscuridad, a una temperatura prácticamente constante de 19º C Las aplicaciones de herbicidas se realizaron vertiendo en los recipientes, soluciones acuosas de los mismos. Se aprovecharon los tratamientos para abrir los frascos momentáneamente, incluidos los testigos. Diariamente se anotó el número de los muertos. En los ensayos se empleó glifosato 96% (glifosato técnico), glifosato 36% en forma de sal de isopropilamina (Roundup Plus®) y glifosato 68% en forma de sal amónica

(Transorb®), con los que se realizaron los ensayos de toxicidad aguda y de toxicidad crónica.

Tabla 1. Análisis del agua utilizada para los ensayos en acuarios

Determinaciones realizadas	Resultados
Conductividad eléctrica a 20ºC	251
pH, a 19ºC	7,9
Cloruros en Cl^-, $mg.L^{-1}$	5,5
Bicarbonatos en $C0_3H^-$ $mg.L^{-1}$	140,7
Nitratos en NO_3^- $mg.L^{-1}$	2,4
Nitritos en $N0_2^-$ $mg.L^{-1}$	< 0,02
Calcio en Ca^{++} $mg.L^{-1}$	45,3
Sodio en Na^+ mg/L^{-1}	3,3
Potasio en K^+ mg/L^{-1}	0,5
Magnesio Mg^{++} mg/L^{-1}	5,8

Ensayos de toxicidad aguda

En los primeros ensayos realizados se estudio la toxicidad de los tres productos antes mencionados, utilizando tres ejemplares de *Aphanius* por acuario y se calculó la CL_{50} , 96h resultante del ensayo. Las concentraciones iniciales se establecieron a partir de los datos de toxicidad para trucha citados por TOMLIN, 1995. Posteriormente se realizo un ensayo común de toxicidad aguda de los tres productos, utilizando 5 peces por acuario.

También, en dos ocasiones, separadamente, se comprobó el efecto tóxico de una aplicación de glifosato, con el formulado Transorb®, a la dosis de 40 $mg.L^{-1}$ de glifosato.

Además, se determinó la toxicidad aguda (CL_{50} , 96h) del Transorb® realizando diversos ensayos a las dosis de 50, 40, 30, 20 y 10 $mg.L^{-1}$ de glifosato.

Ensayos de toxicidad crónica

Para el estudio de la toxicidad crónica se utilizó el producto que resultó ser más tóxico en los ensayos de toxicidad aguda; es decir, el glifosato 68% formulado como sal amónica (Transorb®). En primer lugar se realizaron varios ensayos, a la dosis máxima acumulada de 40 $mg.L^{-1}$ de glifosato, que en cada caso se alcanzaban en 1, 2 o 4 aplicaciones. En una segunda serie de ensayos se emplearon las dosis de 10, 5, 2,5 y 1 $mg.L^{-1}$, en días alternos, las dos primeras semanas y después 38 tratamientos diarios (cinco días a la semana), duplicando las dosis (20, 10, 5, y 2 $mg.L^{-1}$). La dosis acumulada, al cabo de los 48 tratamientos, fué de 960, 480, 240 y 96 $mg.L^{-1}$ respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 2 se exponen las concentraciones de glifosato en la disoluciones acuosas que causan la muerte del 50% de peces en experimentación, tras su exposición durante 96 horas a distintas concentraciones de cada una de las formulaciones estudiadas (CL_{50}, 96h). Debe recordarse que cuanto mayor es dicha concentración menos tóxico es el producto considerado, debiéndose tener en cuenta también el contenido en glifosato de cada formulación.

Tabla 2. Toxicidad aguda de tres formulaciones de glifosato

Formulación	CL_{50} , 96 h ($mg.L^{-1}$) de glifosato
Glifosato 36%, en forma de sal de isopropilamina (Roundoup Plus®)	≥ 640
Glifosato 68% formulado como sal amónica (Transorb®)	de 20 a 40
Glifosato 96% (glifosato técnico)	≥ 80

De los datos expuestos en la tabla 2 se deduce que el orden de toxicidad aguda correspondiente a las tres formulaciones estudiadas en *Aphaniu iberus* es: Glifosato 68%, formulado como sal amónica (Transorb®) > glifosato 96% (glifosato técnico) > glifosato 36% formulado como sal de isopropilamina (Roundup Plus®).

Debe señalarse que para la supervivencia de *Aphaniu iberus* es muy importante su estado, población y edad . Los peces de menor tamaño suelen ser mas resistentes que los grandes. A veces, una enfermedad bacteriana o vírica, puede afectar, de manera muy notable a la población (ALCAIDE et al 1998) y por lo tanto a los ensayos.

De la comparación de los resultados de los ensayos realizados con los datos de la bibliografía (LORENZO Y GÓMEZ DE BARREDA, 1997 y 2002). se deduce que la toxicidad aguda del glifosato es mucho menor que la del molinato, propanil y oxadiazon, y solamente el bensulfuron 60% (Londax DF) tiene un nivel similar de toxicidad para peces.

La CL_{50} , 96h calculada, en algunos ensayos con glifosato 36% (Roundup plus®), se situaba en el entorno de 1000 $mg.L^{-1}$.

De los primeros ensayos de toxicidad crónica, efectuados con glifosato 68% (Transorb®), aplicándolo repetidas veces sobre los mismos acuarios, se puede deducir que la dosis de 40 $mg.L^{-1}$, origina una mortandad total, antes de las 24 h.; pero la de 20 $mg.L^{-1}$ no la produce, incluso aunque se aumente hasta los 40 mgL-1, en aplicaciones alternas ó diarias.

En los ensayos de toxicidad crónica con cantidades progresivamente mayores de glifosato 68% (Transorb®) se comprobó la adaptabilidad de *Aphanius iberus* al producto ensayado, resistiendo concentraciones finales de hasta 940 $mg.L^{-1}$ de glifosato.

CONCLUSIONES

El orden de toxicidad aguda para *Aphanius iberus* de las formulaciones de glifosato ensayadas es el siguiente: Glifosato 68%, formulado como sal amónica (Transorb®) > glifosato 96% (glifosato técnico) > glifosato 36% formulado como sal de isopropilamina (Roundup Plus®).

De los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye que existe una cierta adaptación de *Aphanius iberus* al glifosato, cuando se le aplica a dosis subletales, que le permite después tolerar concentraciones superiores.

Los recipientes utilizados en los ensayos (miniacuarios de 2 l), son muy útiles para los estudios de toxicidad con *Aphanius iberus* en solución estática. Con 1 litro de agua con la composición antes indicada y 1 litro de espacio de cabeza lleno de aire y abriendo los frascos momentáneamente día sí y día no, se puede mantener perfectamente esta especie durante más de siete meses.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Pilar Risueño, Jesús Hernández y José Velázquez de la Piscifactoria del Palmar y a la Consejería de Medio Ambiente de la Generalidad Valenciana la cesión de los ejemplares de *Aphanius iberus* necesarios para este estudio. Igualmente agradecemos a Amparo Caballer su colaboración en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ABDELGHANI, A.A.; TCHOUNWOU, P.B.; ANDERSON, A.C.; SUJONO, H.; HEYER, L.R., AND MONKIEDJE, A. (1997). Toxicity evaluation of single and chemical mixtures of Roundup, Garlon 3A, 2,4-D and Sydets surfactant to channel catfish *(Ictalurus punctatus),* bluegill sunfish *(Lepomis michochirus)* and crawfich *(Procambarus spp).*-Environ-Toxicity and Water Quality. 12 (3) p.237-243. New York , N.Y. John Wiley & Sons

ADAM, A.; MARZUKI, A.; ARMAN, H.A.; ASÍS, M.A. (1997). The oral and intratracheal toxicities of Roundup and its components to rats. Veterinarian and Human Toxicology 39/3, 147-151.

ALCAIDE, E.; AMARO, C.; TODOLÍ, R.; OLTRA R. (1998). Isolation and characterization of *Vibrio parahaemolyticus* causing infection in Iberian toothcarp *Aphanius iberus*. Diseases of Aquatic Organisms. 35:1, 77-80.

DIES, J.I.; FERNANDEZ-ARNERO, F. (1997). Resultados en la recuperación de la biodiversidad en el Racó de l´Olla (Albufera de Valencia) tras la aplicación selectiva de Caculia y un herbicida de baja peligrosidad. Bol. San. Plagas, 23: 17-37.

FRENKEL V., Y GOREN M. 1997. Some environmental factors affecting the reproduction of *Aphanius dispar.* Hydrobiologia, 347: 197-207.

GÓMEZ DE BARREDA, D.; LORENZO, E; SENDRA, J.; DEL BUSTO, A.; GAMON, M; PEREZ, M.T.; MILLAN, M.R. (2002). La siembra en líneas del arroz efectuada sobre el rastrojo del cultivo anterior. Actas XXII Reunión del Grupo de trabajo de Malas Hierbas y Herbicidas. Ciudad Real, 19-21.

LORENZO, E.; GÓMEZ DE BARREDA, D. (1997). La toxicidad aguda del molinato en *Aphanius iberus.* Actas del 6º Congreso de la SEMh(Valencia) pp 361-364.

LORENZO, E.; GÓMEZ DE BARREDA, D.(2001). Toxicidad del propanil en *Lebias ibera*. Actas del 8º Congreso de la SEMh(León)pp 327-329.

LORENZO, E., GÓMEZ DE BARREDA, D. (2002). Estudios de toxicidad de herbicidas en *Lebias ibera* empleando miniacuarios. Actas XXI Reunion del Grupo de Malas Hierbas y Herbicidas.(Ciudad Real)59-62

TOMLIN, C. (1995). The Pesticide Manual. 10th Edition. Crop Protection Publication. The British Crop Protection Council. 1341 pp. ISBN 0 949404 79 5.

VARÓ, I.; SERRANO, R.; PITARCH, E.; AMAT, F.; LOPEZ, F.J.; NAVARRO, J.C. (2000). Toxicity and bioconcentration of chlorpyrifos in aquatic organism: *Artemia partenogenética* (Crustacea), *Gambusia affinis*, and *Aphanius iberus*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 65: 5, 623-630

Summary: Toxicity of three glyphosate formulations to *Aphanius iberus*

Aphanius iberus is a fish of humid environments, like the Albufera Natural Park but because of contamination problems, is becoming a menaced organism. Glyphosate is considerer to be useful in the control of several

weeds of small island soils of the lake or for treatments before sowing in the rice fields. But there are several commercial glyphosate formulations from isopropylamine salts 12 to 36% of richness till ammonium salt of 68% of glyphosate. The paper shows the different toxicity among glyphosate 36% isopropilamine salt (Roudup Plus®), glyphosate 96% (technical glyphosate) and the glyphosate 68% ammonium salt (Transsorb®) . Trials of both acute (CL_{50} , 96h) and chronic toxicities were carried out. The increasing order of toxicity is glyphosate 36% isopropilamine salt, (Roundup Plus®), glyphosate 96% (technical grade) and glyphosate 68% ammonium salt (Transorb®).
Key words: Ecotoxicology, herbicides, fishes, N-phosphosnometil-glicine.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

CONTROL DE LA FLORA INVASORA EN EL CULTIVO DEL CARDO *Cynara cardunculus* EN CASTILLA Y LEÓN

García Tascón, J.R.[1], Villarías, J.L.[2], Garzón, E.[1], García Martínez, V.M.[1]
[1]Departamento de Ingeniería Agraria. Universidad de León.
[2]Departamento de Producción Vegetal y Silvipascicultura. Universidad de Valladolid.

Resumen: El control de la flora invasora del cultivo del cardo en los secano de Castilla y León se ve dificultado por la presencia de ciertas especies vivaces y pertenecientes a la familia de las compuestas, debido al daño causado sobre las plantas de cardo por parte de los herbicidas que las controlan. Por este motivo fueron seleccionadas una serie de materias activas de acción residual que pudieran controlar este tipo de flora y que a su vez, sean toleradas por *Cynara cardunculus* L. La aplicación en campo de diferentes combinaciones de estas materias activas condicionan la eficacia en el control de las adventicias dependiendo de la familia botánica a las que pertenezcan, siendo el control deficitario en especies como *Convolvulus arvensis* L. y *Cirsium arvense* (L.) Scopoli.
Palabras clave: Malas hierbas, herbicidas, eficacia de tratamientos.

INTRODUCCIÓN

En el establecimiento del cultivo del cardo en los secanos españoles, principalmente aprovechado para la producción de biomasa lignocelulósica, aparece como un grave problema la competencia que ejerce sobre el cultivo la flora adventicia que invaden estos terrenos (VILLARÍAS. 2000); generalmente más difícil de combatir que la presente en las zonas de regadíos y por tanto, provoca una merma importante en la producción de biomasa (GARCÍA. 2002). Por ello se hace fundamental recurrir a la utilización de herbicidas para combatirla de forma económica y rentable. Pero este control es insuficiente cuando se trata de especies vivaces y pertenecientes a la misma familia botánica que el cultivo (VILLARÍAS y GARCÍA. 2000).

Por estas razones se seleccionaron, desde el Instituto de Investigación de Recursos Naturales de la Universidad de León, una serie de materias activas que pudieran cubrir estos requisitos sin dañar al cultivo. Para conocer *in situ* la eficacia sobre el control de la población de invasoras, se plantearon durante los años 2000 y 2001 los siguientes ensayos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los campos de ensayo se localizaron en la finca de la Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria de León y en una parcela situada en la localidad de Gordoncillo, provincia de León en donde se pulverizó con un aparato de mochila a una presión constante de 10 atmósferas.

Diseño estadístico:

Se optó por un diseño en split-plot, con doce mezclas diferentes de herbicida y tres repeticiones, lo que hace un total de 36 parcelas elementales de 40 m^2 (2 x 20 m), distribuidas según se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.- Distribución espacial de las parcelas elementales.

BLOQUE I											
1 A	2 C	3 B	4 H	5 G	6 I	7 D	8 E	9 F	10 J	11 K	12 L
BLOQUE II											
24 H	23 G	22 I	21 K	20 L	19 J	18 F	17 D	16 E	15 C	14 B	13 A
BLOQUE III											
25 H	26 G	27 I	28 B	29 C	30 A	31 L	32 J	33 K	34 F	35 D	36 E

Fuentes de variación:

Los tratamientos herbicidas se han realizado mediante la combinación de herbicidas inhibidores de la germinación (trifluralina, butralina) con herbicidas de absorción radicular (pendimetalina, isoxaben), de absorción radicular + foliar (etofumesato, triflusulfuron – metil, cloridazona) y de absorción foliar (fenmedifam, propaquizafop), de la forma siguiente:

Parcela de E.S.T.I.A.:

A: trifluralina 48 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ + pendimetalina 33 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ +
+ etofumesato 50 %: 0,5 $l \cdot ha^{-1}$.

B: trifluralina 48 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ + pendimetalina 33 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ +
+ triflusulfuron–metil 50 %: 0,06 $kg \cdot ha^{-1}$.

C: trifluralina 48 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ + pendimetalina 33 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ +
+ cloridazona 65 %: 1 $l \cdot ha^{-1}$.

D: trifluralina 48 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ + isoxaben 50 %: 0,1 $l \cdot ha^{-1}$ +
+ etofumesato 50 %: 0,5 $l \cdot ha^{-1}$.

E: trifluralina 48 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ + isoxaben 50 %: 0,1 $l \cdot ha^{-1}$ +
+ triflusulfuron–metil 50 %: 0,06 $kg \cdot ha^{-1}$.

F: trifluralina 48 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ + isoxaben 50 %: 0,1 $l \cdot ha^{-1}$ +
+ cloridazona 65 %: 1 $l \cdot ha^{-1}$.

G: butralina 48 %: 4 $l \cdot ha^{-1}$ + pendimetalina 33 %: 2 $l \cdot ha^{-1}$ +
+ etofumesato 50 %: 0,5 $l \cdot ha^{-1}$.

H: butralina 48 %: 4 l·ha^{-1} + pendimetalina 33 %: 2 l·ha^{-1} +
+ triflusulfuron–metil 50 %: 0,06 kg·ha^{-1}.
I: butralina 48 %: 4 l·ha^{-1} + pendimetalina 33 %: 2 l·ha^{-1} +
+ cloridazona 65 %: 1 l·ha^{-1}.
J: butralina 48 %: 4 l·ha^{-1} + isoxaben 50 %: 0,1 l·ha^{-1} +
+ etofumesato 50 %: 0,5 l·ha^{-1}.
K: butralina 48 %: 4 l·ha^{-1} + isoxaben 50 %: 0,1 l·ha^{-1} +
+ triflusulfuron–metil 50 %: 0,06 kg·ha^{-1}.
L: butralina 48 %: 4 l·ha^{-1} + isoxaben 50 %: 0,1 l·ha^{-1} +
+ cloridazona 65 %: 1 l·ha^{-1}.

Parcela de Gordoncillo:

Las mezclas de herbicidas utilizadas en los tratamientos fueron las mismas que las aplicadas en la parcela E.S.T.I.A., pero se añadieron a todas ellas dos herbicida de absorción foliar, a las dosis: fenmedifam 16 %: 1 l·ha^{-1} + propaquizafop 10 %: 1 l·ha^{-1}.

Recuentos de población:

El sistema utilizado consistió en lanzar 10 veces de forma aleatoria un aro metálico de 0,1 m^2 a lo largo de la superficie de cada parcela y contar las especies presentes antes y entre 15 y 20 días después de la aplicación de los tratamientos.

Estudio estadístico:

Se realizaron análisis de varianza para un diseño de bloques completos al azar con el fin de conocer si existen diferencias significativas entre la media de los tratamientos. La separación de medias se realizó mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para determinar entre que tratamientos existen diferencias significativas para una probabilidad ($pr < 0,05$) y ($pr < 0,01$).

RESULTADOS

Se muestra en las Tabla 2 y 3 los resultados de los diferentes ensayos realizados, en los que únicamente se adjuntan las medias de la eficacia resultante de las tres repeticiones de cada ensayo para las principales especies invasoras (presentes en más del 75 % de las parcelas elementales).

No se han observado síntomas de fitotoxicidad para el cultivo en ninguno de los tratamientos aplicados.

Tabla 2.- Porcentajes de la eficacia media de los tratamientos en el control de la flora invasora. Finca E.S.T.I.A.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	15,00	8,47	93,05	8,33	0,00	95,83	79,20	46,48	32,22	2,56	36,53
B	13,89	11,57	90,63	0,00	6,67	100,00	77,20	56,13	27,86	62,51	51,63
C	32,06	20,04	97,92	0,00	8,33	93,33	74,73	32,11	85,98	71,89	56,50
D	0,00	70,56	92,85	6,67	8,33	100,00	66,59	66,51	27,84	70,14	56,55
E	3,70	70,83	95,00	5,56	5,56	95,83	63,28	71,60	30,36	80,32	60,22
F	12,22	84,73	98,48	0,00	8,33	95,24	70,93	55,71	81,69	85,58	69,08
G	12,22	16,80	89,17	47,22	27,78	100,00	30,28	70,09	14,85	61,55	54,44
H	13,89	17,10	94,44	58,33	33,33	95,24	34,50	72,14	15,82	85,89	63,23
I	30,56	33,73	92,21	55,56	41,11	94,44	35,62	53,89	82,22	87,32	70,69
J	0,00	70,92	91,31	60,56	33,33	95,83	2,31	97,22	10,00	84,40	72,01
K	0,00	71,96	92,49	61,11	33,33	100,00	3,78	94,44	11,90	98,33	76,86
L	9,72	86,53	98,25	50,00	27,78	100,00	1,39	78,61	85,52	97,78	82,12

1) *Anthemis arvensis*, 2) *Capsella bursa-pastoris*, 3) *Chenopodium album*, 4) *Cirsium arvense*, 5) *Convolvulus arvensis*, 6) *Lamium amplexicaule*, 7) *Lolium rigidum* , 8) *Polygonum aviculare*, 9) *Silene vulgaris*, 10) *Sinapis arvensis*, 11) Total dicotiledóneas

Tabla 3.- Porcentajes de la eficacia media de los tratamientos en el control de la flora invasora. Finca Gordoncillo.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	46,87	93,33	82,27	97,44	32,78	11,11	97,98	32,78	66,67	59,56	69,66
B	46,65	100,00	83,25	100,00	25,56	16,67	95,54	42,06	57,47	84,69	73,30
C	59,35	90,48	89,07	100,00	32,54	16,67	97,67	78,33	44,09	87,92	78,94
D	49,58	90,74	94,54	97,44	33,73	22,22	96,80	55,56	73,57	85,01	79,43
E	43,98	91,67	94,48	100,00	24,44	8,33	95,57	41,67	69,16	88,68	78,52
F	53,90	96,67	95,25	97,22	28,69	16,67	97,92	83,81	62,89	92,19	80,33
G	34,13	84,13	89,44	100,00	45,96	25,00	91,69	25,00	75,69	90,81	77,81
H	37,65	85,93	88,47	100,00	55,71	26,67	94,58	20,95	68,81	90,09	76,78
I	50,93	100,00	91,18	95,05	51,85	27,78	93,22	80,56	58,86	92,78	82,01
J	32,70	87,96	97,59	95,24	49,63	22,22	89,56	41,11	95,24	97,01	85,06
K	32,11	96,97	94,34	95,83	50,40	11,11	91,67	42,66	94,21	98,61	83,94
L	43,61	95,24	98,72	100,00	50,83	19,44	89,39	76,67	88,15	97,26	87,48

1) *Amaranthus hybridus*, 2) *Anacyclus clavatus*, 3) *Capsella bursa-pastoris*, 4) *Chenopodium album*, 5) *Cirsium arvense*, 6) *Convolvulus arvensis*, 7) *Lolium rigidum*, 8) *Medicago arabiga*, 9) *Polygonum aviculare*, 10) *Sinapis arvensis*, 11) Total dicotiledóneas.

CONCLUSIONES

Las mezclas de herbicidas en las que se ha aplicado butralina, presentan una mayor eficacia en el control de dicotiledóneas respecto a las que se utilizó trifluralina, de modo que butralina 48 %: 4 2 $l \cdot ha^{-1}$ + isoxaben 50 %: 0,1 $l \cdot ha^{-1}$ + cloridazona 65 %: 1 $l \cdot ha^{-1}$ es el tratamiento con el que se obtiene mayor significación en el control de dicotiledóneas.

La eficacia en el control de *Amaranthus hybridus, Chenopodium album*. y *Lamium amplexicaule* es elevada con todas las mezclas ensayadas: superior al 90 %.

Se obtiene un control de *Polygonum aviculare* superior al 90 % en la aplicación de la mezcla butralina 48 %: 4 $l \cdot ha^{-1}$ + isoxaben 50 %: 0,1 $l \cdot ha^{-1}$ + etofumesato 50 %: 0,5 $l \cdot ha^{-1}$ o triflusulfuron–metil 50 %: 0,06 $kg \cdot ha^{-1}$, siendo este control significativamente diferencial con el resto de los tratamientos.

La utilización de isoxaben en la mezcla de herbicidas, frente a pendimetalina, permite una mayor eficacia en el control de *Capsella bursa-pastoris* y *Sinapis arvensis*. Lo mismo sucede con butralina respecto a trifluralina para el control de *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis* y *Polygonum aviculare* o con cloridazona respecto a etofumesato y triflusulfuron-metil para el control de *Medicago arabiga* y *Silene vulgaris.*

La inclusión en la mezcla herbicida de contacto: fenmedifam 16 %: 1 $l \cdot ha^{-1}$ y un antigramíneo: propaquizafop 10 %: 1 $l \cdot ha^{-1}$ produce un aumento de la eficacia en el control de *Lolium rigidum,* principalmente en aquellas en las que se utilizó butralina; y un incremento de la eficacia en el control de *Capsella bursa-pastoris* y *Sinapis arvensis*, siendo superior a un 90 % en la mayoría de los tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

GARCÍA, J.R. (2002). Estudio de materias activas herbicidas que pueden ser utilizadas en el cultivo de *Cynara cardunculus* L. Tesis doctoral. Universidad de León, pp. 1 - 383.

VILLARÍAS, J.L. y GARCÍA, J.R. (2000). Las Malezas Invasoras de los Cultivos de *Cynara cardunculus* L. en Castilla y León. Agricultura. Nº 817, pp. 504-508.

VILLARÍAS, J.L. (2000). Atlas de malas hierbas. (3th ed.). Ed. Mundi-Prensa. Madrid, pp. 232 - 341.

Summary: Control of the invading flora in the thistle culture *Cynara cardunculus* in Castilla and Leon The control of the invading flora in the thistle culture in the dryland of Castilla and Leon is difficult by the presence of certain perennials species and belonging to the same family of the thistle. Several active ingredients of residual action were selected in order the weeds and their tolerance by *Cynara cardunculus* L. Application in field of different combinations these active ingredients showed different effectiveness in the control of the weeds depending on the botanical family to which they belong. Worst control were observed in species like *Convolvulus arvensis* L. and *Cirsium arvense* (L.) Scopoli.

Key words: Weeds, herbicides, effectiveness of treatments.

RESPUESTA DEL CLON `I-214´ (*Populus x euramericana*) A OXIFLUORFEN

H.Sixto*, J. M. Grau*,J. M. García Baudín**
*CIFOR **Departamento Protección Vegetal (INIA)
Crta. de la Coruña Km.7. Madrid 28040 sixto@inia.es

Resumen**:** Se evaluó la fitotoxicidad del herbicida oxifluorfen sobre el clon `I-214´ (*P. x euramericana* (Dode) Gunier), en tres diferentes estados fenológicos, fases 0; 3 y 5, tres dosis de aplicación, 0; 3 y 6 l/ha, y dos tipos de aplicación, sobre la parte aérea y sobre el suelo. Los diferentes estados fenológicos y los tipos de aplicación del tratamiento, se mostraron diferentes significativamente para las variables, incremento de la altura, biomasa aérea y biomasa radicular, a las seis semanas del tratamiento, no siendo así para las diferentes dosis aplicadas. Las aplicaciones foliares realizadas sobre plantas en las fases 3 y 5 de crecimiento produjeron daños sobre las hojas y los tallos. Al finalizar el periodo vegetativo dichos síntomas no eran apreciables y el incremento de la altura fue solo significativo para aquellas plantas que se trataron en fase 5.
Palabras clave: Fitotoxicidad, estados fenológicos

INTRODUCCIÓN

El género *Populus* es extremadamente sensible a todas las formas de competición y una de las que supone una mayor amenaza para su establecimiento, es la debida a las malas hierbas que crecen asociadas (EZELL,1994). Para conseguir un control satisfactorio, la aplicación de herbicidas se ha mostrado eficaz y rentable en los países donde esta especie se cultiva (CLAY y DIXON, 1997).

El herbicida oxifluorfen, perteneciente a la familia química de los difenileteres, ha resultado efectivo en el control de las malas hierbas en el cultivo del chopo en ensayos realizados en campo sobre estaquillas durmientes y en preemergencia de las malas hierbas (SIXTO *et al*., 2002). No obstante se dispone de poca información sobre la respuesta de la planta a la aplicación del oxifluorfen considerando diferentes momentos de su desarrollo y diferentes métodos de aplicación.En algunos casos, tras la aplicación del herbicida, se pudo detectar un ligero decaimiento de las plantas seguido de una posterior recuperación (GICHRIST,1988; SIXTO *et al.*, 2001), si bien la altura de las plantas finalmente igualaba o superaba a controles escardados.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta del chopo frente a aplicaciones de oxifluorfen, en diferentes estados de desarrollo, con diferentes tipos de aplicación y a

diferentes dosis, con el objetivo de evaluar el mejor momento y el modo de aplicación del herbicida sobre la planta. Se siguió la evolución del chopo hasta finalizar el periodo vegetativo.

MATERIAL Y METODOS

Estaquillas de 25 cm de longitud del clon `I-214´ perteneciente a la especie *P. x euramericana* (Dode) Gunier, se plantaron de manera individulizada en macetas de 2L. de capacidad, con un suelo Ar-F que contenía un 4,15% de materia orgánica. El ensayo se realizó en invernadero con temperatura media de 20ºC65ºC. Las plantas se regaron dos veces en semana manteniendo el sustrato húmedo.

El herbicida se aplicó a dosis, de 0; 3 y 6 l/ha de oxifluorfen 24% p/v (Goal,Rohm & Haas) mediante pulverizador a presión constante de 2 atmosferas, proporcionando un caudal de 400l/ha, para los tratamientos realizados sobre la parte aérea. La misma cantidad de herbicida se aplicó disuelta en 200 ml de agua a la superficie de la maceta. La aplicación de cada una de las dosis así como tipo de tratamiento se llevó a cabo en tres estados fenológicos diferentes, según la clasificación de PADRÓ (1992):

Fase 0= Yemas durmientes completamente cerradas por las escamas
Fase 3= Yemas completamente abiertas. Foliolos todavía reunidos y escamas todavía presentes
Fase 5= Foliolos completamente abiertos, con dimensiones menores que en la madurez. Evidente elongación de los internodos. Escamas ausentes.

Se emplearon 8 repeticiones para cada combinaciones dosis/tipo de tratamiento/estado fenológico.

Veinticuatro horas después de realizar los tratamientos, y posteriormente una vez en semana, se evaluaron los síntomas producidos por el herbicida de manera visual. Seis semanas mas tarde, cinco de las ocho repeticiones se cortaron, determinando el incremento de la altura, la biomasa aérea, la biomasa radicular.

Las tres repeticiones restantes se transplantaron a parcela para evaluar su evolución hasta la finalización del periodo vegetativo, momento en el cual se determinó nuevamente la altura.

Los datos se sometieron al análisis de la varianza y las medias se separaron usando el test de Duncan a P=0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ninguno de los tratamientos realizados la supervivencia de las plantas se vio afectada. Las dosis de aplicación empleadas no tuvieron efecto significativo sobre las variables analizadas en nuestras condiciones de ensayo. No obstante, los tratamientos foliares, a ambas dosis y aplicados sobre los estados fenológicos 3 y 5, en los que las yemas o los foliolos respectivamente ya estaban abiertos, produjeron daños tales como enrrollamiento foliar y necrosis en las hojas, siendo estos mas intensos sobre el estado fenológico 5. La necrosis en los tallos solo se observó cuando las aplicaciones se realizaron foliarmente sobre el estado 5.

El valor de las variables de crecimiento analizadas, incremento de la altura, peso seco de la parte aérea y peso seco radicular, se redujeron significativamente seis semanas después

de realizar los tratamientos, dependiendo del estado fenológico y del método de aplicación utilizado, independientemente de las dosis empleadas (Tabla 1).

Tabla 1. Influencia de diferentes tratamientos con oxifluorfen sobre el incremento de altura , peso seco de la parte aérea aéreo y radicular.

		Incremento de altura (cm)	Peso seco parte aérea (g.)	Peso seco raíz(g.)
Dosis	0L/ha	30,56 a	3,22 a	0,33 a
	3L/ha	33,45 a	2,67 a	0,84 a
	6L/ha	28,65 a	2,1 a	0,94 a
Estado fenológico	0	39,43 a	3,29 a	1,5 a
	3	30,56 b	2,66 b	0,85 b
	5	23,62 c	1,22 b	0,32 c
Tipo de tratamiento	Foliar	28,51 a	1,98 a	0,59 a
	Suelo	33,90 b	2,8 b	1,2 b

Medias con la misma letra no son significativos (P≥0.05%) según el test de Duncan dentro de cada efecto principal y variable analizada. Los cuadrados medios de los residuos para las variables analizadas son 98.875 para la altura, 1.4424 para el peso seco aéreo y 0.498676 para el peso seco de la raíz, siendo los valores medias de cinco repeticiones.

Se pone de manifiesto una mayor sensibilidad de la planta de chopo a las aplicaciones de oxifluorfen cuando este se aplica foliarmente frente a aplicaciones al suelo, para las tres variables analizadas. Oxifluorfen se absorbe preferentemente por las hojas, epicotilos y hipocotilos, si bien se produce una ligera absorción radicular que se ve dificultada por una translocación hacia la parte aérea muy reducida (SEVERIN y TISSUT, 1991). No obstante y a pesar de que la fitotoxicidad del oxifluorfen es fundamentalmente debida a la exposición de la parte aérea, algunos autores citan que la aplicación del herbicida en el agua de riego incrementa la fitotoxicidad en algunas gramíneas (GLAZE *et al*., 1981; BHANDARY *et al*., 1997).

Así mismo, el estado de desarrollo de la planta en el momento de realizar la aplicación herbicida parece tener una importancia considerable cuando el producto se aplica de manera foliar. El incremento de la altura y el peso seco de la raíz se vieron significativamente reducidos para los tres momentos de aplicación, así como el peso seco de la parte aérea del estado 0 frente al 3 y al 5. La mayor superficie de contacto planta/herbicida podría justificar esta diferencia.

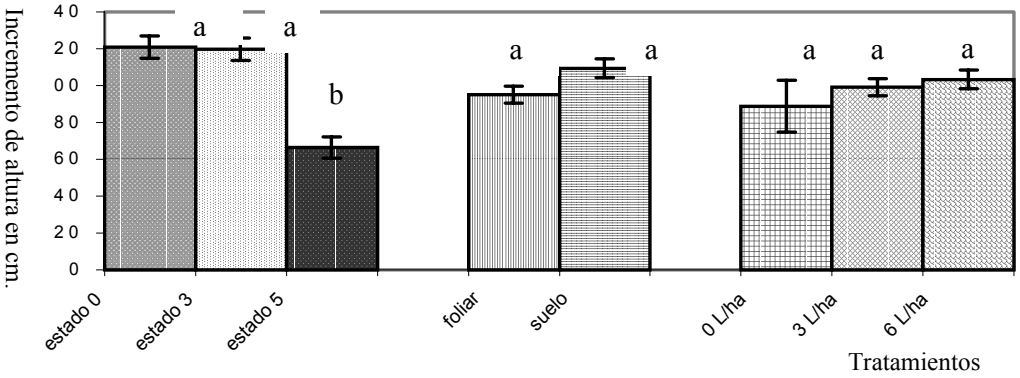
Las reducciones observadas en la planta de chopo frente a las tres variables analizadas, estuvieron positivamente correlacionadas, siendo los coeficientes de Pearson para cada par de variables de 0,82 (altura- peso seco parte aérea); 0,69 (altura- peso seco raíz); 0,69 (peso seco parte aérea - peso seco raíz) y en todos los casos fueron significativamente diferentes de cero (P′0.001), a diferencia de lo descrito en otras especies como *Hemorocallis hybrida* L. en la que los daños significativos en la parte aérea no producen reducciones en el sistema radicular.

Cuatro meses después de realizar el transplante de tres de las ocho repeticiones empleadas en los ensayos, la observación visual de las plantas permite evidenciar una recuperación en aquellas plantas que habían sufrido daños con el tratamiento, habiendo desarrollado en todos los casos hojas de morfología y coloración normal.

La Figura 1 muestra el incremento de la altura en las plantas al final del periodo vegetativo, para cada uno de los efectos principales analizados, observándose una importante recuperación en aquellas que se sometieron al herbicida en el estado fenológico 3. Solo las plantas tratadas en el estado 5 no fueron capaces de recuperarse en altura, difiriendo su crecimiento significativamente del alcanzado por las plantas tratadas en los otros estados. Igualmente, al final del periodo vegetativo, el incremento en la altura de las plantas que se sometieron a tratamientos foliares, no fue significativamente diferente de los aplicados sobre el suelo.

La aplicación del herbicida en los estados fenológicos 0 y 3 no repercutió significativamente en la altura final de los árboles. Sin embargo las aplicaciones foliares sobre el estado 5, con hojas totalmente expandidas, produjeron reducciones de altura significativas, por lo que resultan desaconsejables.

Por otro lado es destacable la buena respuesta de la planta de chopo a las aplicaciones realizadas sobre el suelo, independientemente del estado fenológico en el que se encuentre la planta, si bien se hace necesario realizar estudios de eficacia en el control de la hierba mediante este sistema de aplicación.



Medias con la misma letra no son significativos (P≥0.05%) según el test de Duncan, dentro de cada efecto principal. El cuadrado medio del residuo es 1179,54

Figura 1.Incremento de altura al finalizar el periodo vegetativo en plantas de chopo sometidas a diferentes tratamientos con oxifluorfen.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Dña. Rocio Montoto su inestimable colaboración técnica.

BIBLIOGRAFIA

BHANDARY, R.M.; WHITWEL L.; BRIGGS, J. (1997). Growth of containerized landscape plants is influenced by herbicides residues in irrigation water. Weed Technology 11:793-797.

CLAY, D.V.; DIXON, F.L.(1997). Effect of ground cover vegetation on the growth of poplar and willow short rotation coppice. Aspects of Applied Biology 49. Biomass and Energy Crops.

EZELL, A. (1994). Using oxyfluorfen for herbaceous weed control in easten cottonwood plantations. Proceeding Southern Weed Science Society, 103-107.
GILCHRIST, A.N. (1988). How to knock nursery upstarts with herbicides. Streamland (66)1-4.
GLAZE, N.C.; SINGH, M.; PATHAK. S.C. (1981). Oryzalin for weed control in container grown pittosporum, cleyera, gardenia, pampasgrass, liriope and acuba Procceding South Nurserymen´s. Association Research Conference 26:235.
PADRÓ, A.(1992). Clones de chopo para el valle medio del Ebro. Ed.Diputación General de Aragón. Dpto. de Agricultura, Ganadería y Montes. Dirección General de Tecnología Agraria 203pp.
SEVERIN,F.; TISSUT, M. (1991). Principes de l´utilisation des herbicides. In: Les herbicides Mode d´action et principes d´utilisation. Rene Scalla Ed. INRA,Paris, 281-325.
SIXTO, H.; GRAU, J.M.; GARCÍA-BAUDÍN, J.M.(2001). Assessment of the effect of broad-spectrum pre-emergence herbicides in poplar nurseries. Crop Protection 20/22, 121-126.
SIXTO, H.; GRAU, J.M.; GARCÍA-BAUDÍN, J.M. (2002). Control de malas hierbas en viveros de chopo mediante la aplicación de herbicidas. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. 11(1) 97-106.

Summary: Response of `I-214¨ clone (*P.x euramericana*) to oxyfluorfen
Phytotoxicity to oxyfluorfen of `I-214´ clone (*P.x euramericana*) was assessed in three different phenological phases, 0;3 and 5, three doses ,0; 3 and 6 l/ha- and two applications methods, shoots and roots. The phenological phases and the applications methods were significantly different for height increase and aerial and root dry weight six weeks after the treatment, but not for the doses. Foliar applications on phases 3 and 5 caused damage on the leaves and branches. At the end of the growing period, damage was not noticeable, and the height increase was only significantly different in plants treated in the phase 5.
Key words: Phytotoxicity ; phenologycal phases

UTILIZACIÓN DE HERBICIDAS EN MAÍZ DURANTE LAS PRIMERAS FASES DE CULTIVO EN EL LABOREO CONVENCIONAL EN LA PROVINCIA DE LEÓN

J.B. Valenciano[1], M.M. Miguélez[2]
[1]Departamento de Ingeniería Agraria. ESTIA. Universidad de León. Avda. Portugal, nº 41. 24071 León (España). diajva@unileon.es
[2]Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad de León. Campus Universitario. 24071 León.

Resumen: La utilización de herbicidas en maíz durante las primeras fases de cultivo es indispensable si se quiere obtener altos rendimientos. En la mayor parte de las zonas de cultivo de maíz las triazinas, especialmente la atrazina, son el herbicida dominante. Se analiza la utilización de herbicidas en las primeras fases del cultivo de maíz en la provincia de León basándose en encuestas realizadas en 156 explotaciones leonesas de maíz durante el año 2001. Se realizaron tratamientos herbicidas en el 98,3 % de la superficie cultivada, siendo aplicados preferentemente cuando tenía 2 ó 3 hojas. Las materias activas más utilizadas fueron la atrazina seguida del metolacloro.
Palabras clave: Triazina, atrazina, metolacloro

INTRODUCCIÓN

La competición de las malas hierbas con el maíz es máxima durante el primer mes después de la siembra. La utilización de herbicidas y las prácticas culturales permiten aumentar los rendimientos y la productividad del maíz (SARPE y MIHALCEA, 1999; SATO *et al*., 2000); pero los mayores rendimientos se obtendrán con el control integrado (SCHANS, 2000). La especie de mala hierba y el momento de emergencia de ésta respecto al maíz tiene una gran influencia sobre las pérdidas de cosecha (SUSO *et al*., 1999).

Las triazinas son ampliamente utilizadas en el maíz, especialmente la atrazina (DECOIN, 1992), que en algunas zonas ha sido el herbicida dominante (FLEISCHER, 2000). Son selectivas, respetan el cultivo del maíz, pero tienen una gran persistencia (OBRADOR *et al*., 1991), que sobrepasa a veces la duración del cultivo, por lo que los cultivos posteriores pueden sufrir daños (REINHARDT, 1995). Esta persistencia depende de las características del suelo (FERNÁNDEZ *et al*., 1999). Los suelos arenosos y los suelos ricos en materia orgánica son menos peligrosos, por el lavado de las triazinas, o por la existencia de microorganismos que destruyen las triazinas.

Las malas hierbas de hoja ancha, en general, son más sensibles a la acción de las triazinas que las gramíneas, escapándose éstas en suelos con elevado contenido en arcilla o materia orgánica. Por ello, se suelen aplicar herbicidas hormonales, que son relativamente

seguros hasta que la planta tiene 4-5 hojas. En estados posteriores pueden causar graves deformaciones, también pueden ocurrir si existen temperaturas extremas.

La aplicación continuada de triazinas ha conducido a la aparición de resistencias en algunas especies de malas hierbas (PRADO *et al*., 1988), aunque éstas se puede retrasar si se utilizan rotaciones de cultivos y mezclas de herbicidas (GRESSEL y SEGEL, 1990).

El presente trabajo intenta conocer la situación actual de la utilización de herbicidas durante las primeras fases de desarrollo del cultivo del maíz en la provincia de León.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona estudiada corresponde a las comarcas productoras de maíz de la provincia de León, Centro y Sureste de la provincia. Se encuestaron un total de 156 explotaciones agrícolas que cultivaban maíz durante el año 2001. El total de superficie destinada al cultivo del maíz en las explotaciones encuestadas fue de 2.059,2 ha, suponen el 3,9 % del total cultivado ese año en la provincia (MAPA, 2002).

Las encuestas se realizaron al azar, marcando itinerarios previos por las zonas donde se cultivaba maíz, y entrevistando a los cultivadores que fueron encontrados en el recorrido.

En dichas encuestas se realizaron una serie de preguntas generales sobre las características de la explotación: Localización de la explotación, superficie de maíz cultivada, número de parcelas en las que se divide la superficie de maíz cultivada, ciclos sembrados, etc.

Además, se realizaron preguntas relacionadas con su cultivo: Realización o no de tratamientos herbicidas y, en caso afirmativo, productos utilizados y momento de aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un 91,4 % de las explotaciones utilizan herbicidas en el cultivo del maíz durante las primeras fases de desarrollo, que suponen un 98,3 % de la superficie sembrada. Esto indica que las explotaciones que no utilizan tratamientos herbicidas son las más pequeñas.

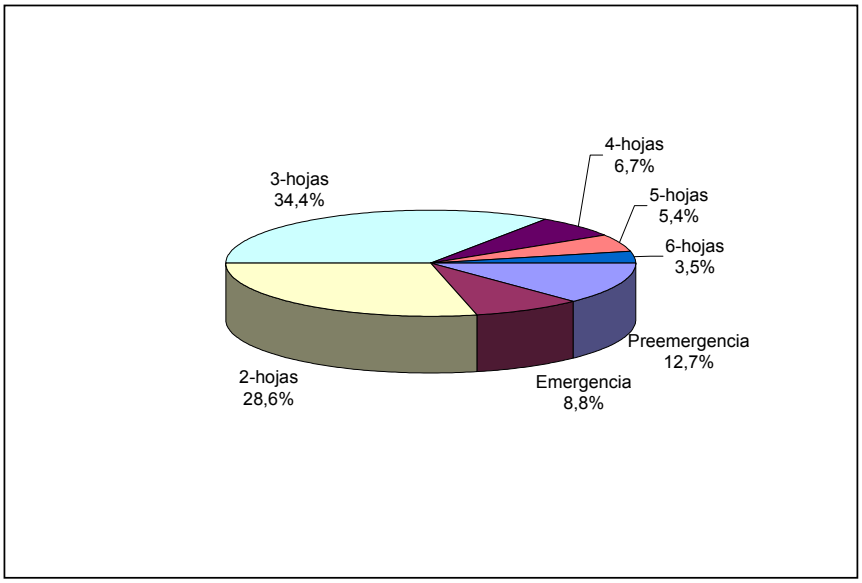


Figura 1. Momento de aplicación de los herbicidas

En la Figura 1 se observan el momento de aplicación de los herbicidas según el estado fenológico del maíz. En la mayor parte de la superficie cultivada de maíz se aplican tratamientos herbicidas durante la fase de establecimiento del cultivo. Los tratamientos herbicidas se suelen aplicar en postemergencia, sólo el 12,7 % de la superficie es tratada en preemergencia del cultivo. En el 63,0 % de la superficie de maíz tratada con herbicidas, éstos se aplican cuando el maíz tiene 2 ó 3 hojas. A medida que se desarrolla el maíz el porcentaje de superficie tratada disminuye, debido al conocimiento por parte del cultivador de la competencia que el maíz puede hacer en fases más tardías y a la dificultad de realizar labores a medida que el maíz va aumentando su tamaño.

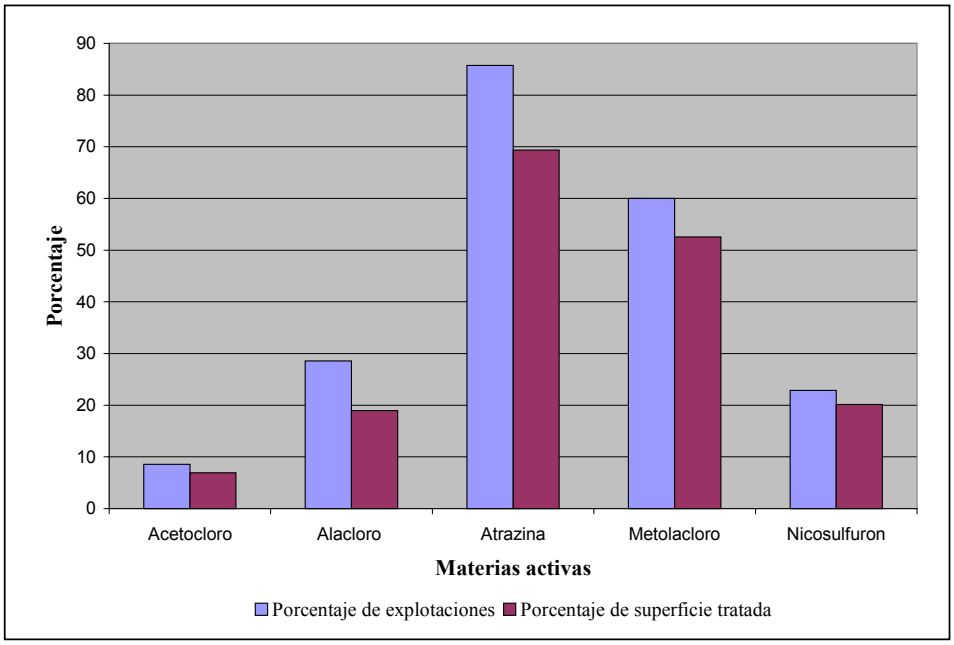


Figura 2. Utilización de las principales materias activas

Se detectaron un total de 14 materias activas distintas, las principales fueron Atrazina, Metolacloro, Alacloro y Nicosulfuron, tanto en número de explotaciones que utilizaron dichos herbicidas como en porcentaje de superficie tratada. Atrazina fue la materia activa más utilizada, más de un 80 % de las explotaciones la utilizan, esto representa que casi en el 70 % de la superficie dedicada al cultivo de maíz se realizó un tratamiento con Atrazina (Figura 2). Aunque la amplia utilización de mezclas de herbicidas puede retrasar la aparición de resistencias (GRESSEL y SEGEL, 1990), es posible que en el futuro aparezcan resistencias a atrazina en las malas hierbas debido a su alta frecuencia de utilización (FLEISCHER, 2000). La extensión de la utilización del nicosulfuron o de otras sulfonilureas puede verse limitada por la existencia de cultivares no tolerantes al mismo (GREY *et al*., 2000). En algunas situaciones se añaden en las mezclas pequeñas cantidades de herbicidas hormonales que contribuyen a obtener mejores resultados (SREENIVAS y SATYANARAYANA, 1994).

BIBLIOGRAFÍA

DECOIN, M. (1992). Desherbage du mais. L'atrazine et les autres. Phytoma, 445, 27-30.

FERNÁNDEZ, M.D.; PÉREZ, R.A.; SÁNCHEZ-BRUNETE, C.; TADEO, J.L. (1999). Influencia de la temperatura, humedad y contenido en materia orgánica del suelo en la degradación de simazina y hexazinona. Actas Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología. Logroño, 253-257.

FLEISCHER, G. (2000). Resistenz gegen Herbizide aus ressourcenokonomischer Sicht - Der Fall Atrazin. Agrarwirtschaft, 49 (11), 379-387.

GRESSEL, J.; SEGEL, L.A. (1990). Modelling the effectiveness of herbicide resistance and mixtures as strategies to delay or preclude resistance. Weed Technology, 4, 186-198.

GREY, T.L.; BRIDGES, D.C.; RAYMER, P.; DAY, D.; NESMITH, D.S. (2000). Differential tolerance of fresh market sweet corn cultivars to the herbicides nicosulfuron and primisulfuron. HortScience, 35 (6), 1070-1073.

MAPA. (2002). Boletín mensual de estadística, 1-2/2002. MAPA. Madrid.

OBRADOR, A.; GARCÍA-BAUDÍN, J.M.; TAEDO, J.L. (1991). Niveles residuales de atrazina en el suelo. Actas Congreso 1991 de la Sociedad Española de Malherbología. Madrid, 252-255.

PRADO, R. DE; DOMÍNGUEZ, C.; TENA, M. (1988). Triazine-resistant weeds found in Spain. En: Importance and perspectives on herbicide-resistant weeds. Proceedings of a meeting of the EC Experts' Group, Tollose, Denmark. Cavalloro, R.; Noye, G. (eds.). Office for Official Publications of the European Community, Luxembourg, 67-79.

REINHARDT, C.F. (1995). Residual effect of atrazine on field-grown dry beans and sunflower. South African Journal of Plant and Soil, 12 (2), 82-85.

SARPE, J.; MIHALCEA, G. (1999). Studies on weed control with different herbicides in maize crops in the conditions of the Danube meadow. Proceedings, 51st International Symposium on Crop Protection, Gent (Belgium), 64 (3b), 745-753.

SATO, S.; TATENO, K.; KOBAYASHI, R.; SAKAMOTO, K. (2000). Cultural control systems of naturalized weeds in forage crop fields. Japan Agricultural Research Quarterly, 34 (2), 115-124.

SCHANS, D.A.VAN DER. (2000). Mechanische en geintegreerde onkruidbestrijding in snijmais. PAV Bulletin Akkerbouw, 2, 1-4.

SREENIVAS, G.; SATYANARAYANA, V. (1994). Integrated weed management in rainy-season maize (*Zea mays*). Indian Journal of Agronomy, 39, 166-167.

SUSO, M.L.; CAVERO, J.; FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; GONZÁLEZ, J.L.; GONZÁLEZ-PONCE, R.; MEDINA, A.; PARDO, A.; SALAS, M.L.; SÁNCHEZ DEL ARCO, M.J.; SANTÍN, I.; TORNER, C.; ZARAGOZA, C. (1999). Conclusiones de los trabajos sobre competencia de las malas hierbas con los cultivos de regadío en España. Actas Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología. Logroño, 213-219.

Summary: Use of herbicides in conventional maize cropping systems in the province of León (Spain) during the early stages of crop development. The use of herbicide at the early maize development stages is essential to achieve high yields. The main herbicides used in maize crops are the triazines, especially atrazine. This work analyze the use of herbicide at the early maize development stages in the province of León (Spain), based on answers of 156 farmers in the year 2001. Herbicide treatments were carried out in 98,3 % of cultivated fields, mainly when maize crop was two or three leaf-stages. The active ingredients most used were atrazine and metolachlor.
Key words: Triazine, atrazine, metolachlor

DETERMINACIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE ACIDO SIKÍMICO EN LÍNEAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.*)* TOLERANTES AL HERBICIDA GLIFOSATO

C. Merino, M.C. Escorial, J.M. García-Baudín, C.M. Chueca
Dpto. Protección Vegetal, INIA. chueca@inia.es

Resumen: Se ha determinado a lo largo de 12 días después de tratamiento con glifosato la acumulación de ácido sikímico en dos líneas de cebada tolerantes al herbicida glifosato, obtenidas por mutagénesis química del cultivar de cebada Amaji Nijo. La cantidad de ácido sikímico acumulado es menor en las líneas tolerantes que en Amaji Nijo, lo que podría indicar una mayor producción de la enzima EPSPS (5-enolpiruvilsikimato-3-fosfato sintasa).

INTRODUCCIÓN

La utilización de cultivares tolerantes a herbicidas es una necesidad en la agricultura actual y futura que permitirá nuevos usos para los herbicidas no contaminantes y la diversificación de los herbicidas empleados en cultivos, lo que redundará en una menor contaminación ambiental y en la prevención de la aparición de resistencias (CHUECA, 1994).

En estos últimos años la obtención de cultivos tolerantes se ha hecho a partir de plantas transgénicas. La utilización de cultivos transgénicos es controvertida para parte de la sociedad por lo que los cultivos no transgénicos tolerantes a herbicidas pueden ser de interés en estos momentos.

Hemos obtenido mediante mutagénesis química líneas de cebada tolerantes al herbicida glifosato. Se ha estudiado la tolerancia de estas líneas en ensayos de invernadero y campo (ESCORIAL *et al*, 1995).

El glifosato es un herbicida usado en todo el mundo desde hace mas de 20 años, no es selectivo, y tiene una alta eficacia en la mayoría de las especies, por lo que controla una gran variedad de malas hierbas, aunque es de acción lenta (SANDBERG *et al*, 1980). Tiene un bajo nivel de toxicidad y bajo riesgo medioambiental (KEARNEY y KAUFMANN, 1998).

El glifosato actúa sobre la biosíntesis de aminoácidos aromáticos, inhibiendo la enzima 5-enolpiruvilsikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS), implicada en la ruta del ácido sikímico en plantas y microorganismos y se encuentra localizada en el cloroplasto de las células. El glifosato es un inhibidor de la enzima EPSPS y causa la acumulación del ácido sikímico (STEINRUECKEN y AMRHEIN, 1980).

El objetivo del presente trabajo es cuantificar la acumulación de ácido sikímico, relacionándolo con la tolerancia a glifosato en cebada.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado con cebada, *Hordeum vulgare* L. c.v. Amaji Nijo (AN), y con las líneas I3 e Y7, obtenidas de la anterior mediante mutagénesis química y selección.

El herbicida utilizado fué Roundup (®Monsanto), forma comercial del glifosato con una composición 36% p/v de glifosato (N- fosforometil glicina) en forma de sal isopropilamina.

Siembra y Tratamiento.

Las plantas se pregerminaron en placas petri y se trasplantaron a vasos de 220 cc con tierra (tierra:mantillo:arena, 1:1:1), 3 semillas en cada vaso y 120 vasos por línea y repetición. Cuando se encontraban en el estado de 2 hojas la mitad de las plantas se trataron con el herbicida glifosato a una dosis de 1 kg ha^{-1} de m.a.; la otra mitad no tratada se utiliza como control.

Se tomaron muestras los días 0, 2, 4, 7, 9 y 11 después del tratamiento. Realizándose 3 repeticiones por línea.

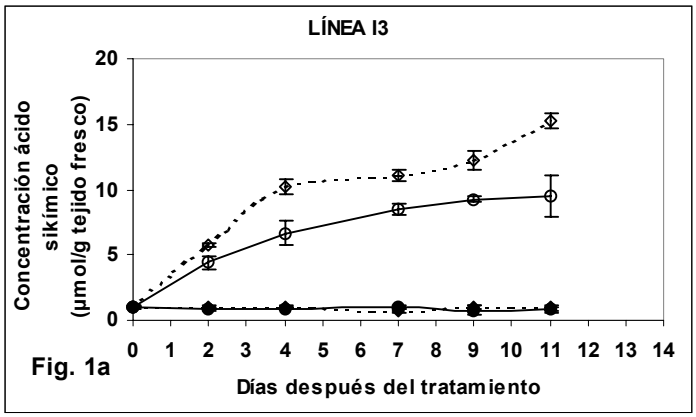
Cuantificación de ácido sikímico.

La extracción del sikímico se realizó según el método de GAITONE Y GORDON (1958), modificado para planta (SING Y SHANER, 1998). Un gramo de planta se homogeneizó en un mortero con nitrógeno líquido. Se adicionó ácido clorhídrico 0,25 N, en una proporción 1:2 (p tejido vegetal : HCl). Se centrífugó a 13.780 g durante 20 minutos, se recogió el sobrenadante que fué utilizado para llevar a cabo la reacción. A una alícuota del sobrenadante (50µl) se le añadieron 0,5 ml de ácido periódico al 1%. Transcurridas 3 horas, se añadió 0,5 ml de hidróxido sódico 1 N y 0,3 ml de glicina 0,1 M, y se agitó fuertemente. La absorbancia se midió en un espectrofotómetro a una densidad óptica de 380 nm. La concentración de sikímico en cada muestra se calculó por extrapolación de los datos en una curva patrón realizada previamente.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El ácido sikímico se acumula en la planta como consecuencia del efecto del glifosato que bloquea la EPSPS en la síntesis de los aminoácidos aromáticos. Esta acumulación está relacionada con el daño producido a los tejidos por glifosato (PLINE *et al.* 2002) y con la dosis de glifosato empleada (HARRING *et al*. 1998). En las plantas no tratadas, al igual que en las plantas resistentes, el nivel de ácido sikímico es muy bajo pues pasa rápidamente al siguiente compuesto en la ruta, 5-enolpiruvilsikimato-3-fosfato. La figura 1 muestra los niveles de ácido sikímico en el cultivar AN y en las líneas tolerantes a glifosato derivadas de él. Tanto las plantas de AN (sensibles) como las líneas (tolerantes) mostraron acumulación de ácido sikímico lo que indica que tienen un cierto grado de sensibilidad. La acumulación de ácido sikímico aumenta desde el momento del tratamiento sin diferencia entre el cultivar original y las líneas tolerantes en los dos primeros días. A partir del día 4 los niveles de sikímico en AN son mayores que los de cada una de las líneas. En la línea Y7 que es la que mostró mayor tolerancia la respuesta en plántula (ESCORIAL *et al.* 2001) la acumulación de ácido sikímico es menor (6 µmol /g) que la que se produce en la línea I3 (10 µmol /g). Ambas son menores que la del cultivar AN que llega a 15,2 µmol /g (Fig. 1a) y a 11,4 µmol /g (Fig.

1b) once días después del tratamiento. Con esta técnica podemos detectar en cebada un daño o una tolerancia a glifosato a partir de cuatro a seis días después del tratamiento.



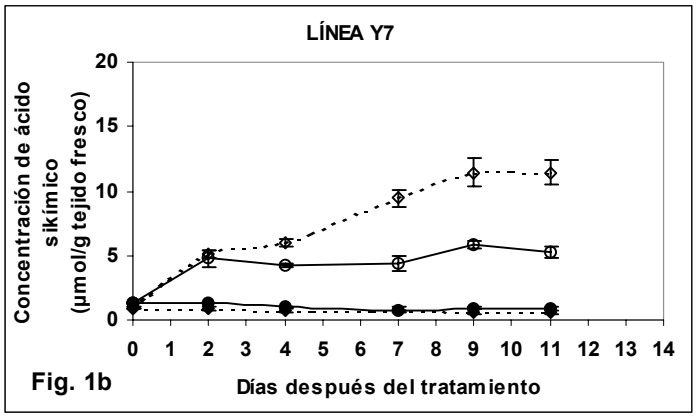


Figura 1. Valores (media ± ES) de la acumulación de ácido Sikímico (µmol/g tejido fresco) Fig.1a: línea I3; Fig.1b: línea Y7. (◊:AN tratado; ♦:AN control;O:Línea tratada;•:Línea control).

La menor acumulación de ácido sikímico relacionada con la tolerancia no nos permite determinar el origen de ésta aunque es posible que sea debido a una mayor producción de enzima EPSPS o a que una menor cantidad de herbicida alcance el lugar de acción. Ambas situaciones permiten a la planta superar el daño por el herbicida ya que una insensibilidad de la enzima es poco frecuente en plantas aunque ha sido probada en maíz (FORLANI *et al.* 1992). No podemos descartar la influencia de otros procesos fisiológicos relacionados con la retención, translocación, absorción u otras rutas metabólicas relacionadas que aunque no estén correlacionados con la tolerancia pueden influir sobre este carácter (BOERBOON *et al*, 1990). La cuantificación de la actividad de la EPSPS en las líneas tolerantes será necesaria para confirmar un posible aumento de la producción de la enzima.

La técnica colorimétrica utilizada ha sido empleada por otros grupos con distintos tipos de plantas, como soja y maíz (SING y SANGER, 1998), siendo este método un ensayo fácil y rápido para la identificación de resistencia al glifosato, ya que la ausencia de ácido sikímico en planta tratada con glifosato indica que es resistente al herbicida. Esta detección de la acumulación de ácido sikímico puede ser utilizada para un diagnóstico rápido de tolerancia

a glifosato y para detectar si el daño producido a una planta es debido a este herbicida (SINGH y SHANER, 1998) de forma mas rápida que si esperamos a detectar daños visuales.

BIBLIOGRAFIA

BOERBOON, C.; WYSE, D.; SOMERS, D. (1990). Mechanism of glyphosate tolerance in birdsfoot trefoil (Lotus Corniculatus). Weed Science, 38, 463-467.

CHUECA, M.C. (1994). Cultivos tolerantes a herbicidas. Phytoma, 63,128-130.

ESCORIAL, M.C.; SIXTO, H.; GARCIA-BAUDIN, J.M.; CHUECA, C. (1995). Induced mutation for glyphosate herbicide in barley. Adaptation in Plant Breeding. XIV EUCARPIA Congress.

ESCORIAL, M.C.; SIXTO, H.; GARCIA-BAUDIN, J.M.; CHUECA, C. (2001). A rapid method to determine cereal plant response to glyphosate. Weed Technology, 15, 179-186.

FORLANI, G.; RACCHI, M.L. (1992). A glyphosate-resistant 5-enol-pyruvyl-shikimate-3-phosphate synthase confers tolerance to a maiz cell line. Plant Science, 85, 9-15.

GAITONE, M.; GORDON, W. (1958). A microchemical method for the detection and determination of shikimic acid. The Journal of Biological Chemistry, 230, 1043-1050.

HARRING, T; STREIBING, J.C.; HUSTED, S. (1998). Accumulation of shikimic acid: a technique for screening glyphosate efficacy. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, 4406-4412.

KEARNEY, P.C.; KAUFMANN, D.D. (1998). Herbicides-chemistry, degradation and mode of action. Ed. Marcel Dekken, Inc. New York and Barel.

MOSS, S.R. (1995). Techniques for determining herbicide resistance. Brighton crop protection conference – weeds.

PLINE, W.; WILCUT, J.; EDMISTEN, K.; WELLS, R. (2002). Physiological and morphological response of glyphosate-resistant and non-glyphosate-resistant cotton seedlings to root-absorbed glyphosate. Pesticide Biochemistry and Physiology, 73, 48-58.

SANDBERG, C.L.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. (1980). Absorption, translocation and metabolism of 14 C-glyphosate in several weed species. Weed Research, 20, 195-200.

SINGH, B.K.; SHANER, D.L. (1998). Rapid determination of glyphosate injury in plants and identification of glyphosate – resistant plants. Weed Technology, 12, 527-530.

STEINRUECKEN, H.; AMRHEIN, N. (1980). The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvil-shikimic acid-3-phosphate synthasa. Biochemical and Biophysical Research Communications, 94, 1207-1212.

Summary: Shikimic acid accumulation on two glyphosate tolerant barley lines. The accumulation of shikimic acid on two herbicide tolerant barley lines, obtained by mutagenic treatment of Amaji Nijo barley cultivar was analysed along 12 days after treatment. The amount of shikimic acid accumulated was lower in tolerant lines than in Amaji Nijo. It could indicate an overproduction of EPSPS enzyme.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

CONSECUENCIAS DEL USO AGRÍCOLA DE AGUAS TRATADAS CON CLORO EN HERBICIDAS DE LA FAMILIA CICLOHEXANODIONAS

P.Sandín-España, J.O. Magrans, J. M. García-Baudín
Dpto. Protección Vegetal, INIA. baudin@inia.es

Resumen: Se ha estudiado la reacción entre cuatro herbicidas de la familia de las ciclohexanodionas y agua tratada con cloro con el fin de determinar el comportamiento de estos herbicidas en este medio. En este trabajo se pone de manifiesto el problema que puede suponer el empleo de aguas cloradas en la preparación de productos fitosanitarios para el tratamiento de cultivos.
Palabras clave: cloración, degradación, aguas residuales, cinética.

INTRODUCCIÓN

En España la escasez de recursos hídricos característica del clima mediterráneo, ha motivado que se promueva la reutilización del agua residual tratada para diferentes fines, siendo el riego agrícola el más desarrollado en la actualidad. La reutilización de aguas residuales en la agricultura requiere el tratamiento de desinfección que se realiza para impedir que con su vertido se produzcan contaminaciones y alteraciones no deseadas en suelos y acuíferos. Dado los cambios posibles en la calidad de las aguas residuales depuradas con relación a los parámetros de calidad normalmente admitidos para el agua de riego, se ha establecido un sistema de control de calidad (SING, 1999).

Uno de los sistemas de tratamiento más utilizados, por su viabilidad técnica y económica es la desinfección con cloro (cloro-gas, hipoclorito y dióxido de cloro). El proceso de oxidación-desinfección tiene como objeto oxidar la materia orgánica presente y eliminar microorganismos patógenos, bacterias, virus y quistes amebianos, por lo que se requiere un alto contenido en cloro residual para asegurar que éstos sean destruidos (GALÁN Y HERNÁNDEZ, 1997).

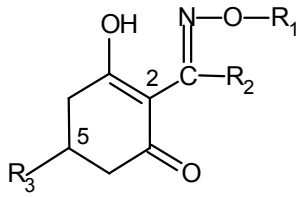
Las condiciones que deben cumplir las aguas reutilizadas para el riego agrícola en España están basadas en las Directrices de la OMS y USEPA, de acuerdo con las cuales el agua debe tener un tratamiento con límites mínimos fijados de cloro residual. Normalmente los agricultores utilizan estas aguas tratadas para el riego y también para la preparación de los productos fitosanitarios antes de su aplicación.

Además, un porcentaje de agricultores utilizan también agua potable en la preparación de los productos fitosanitarios para su aplicación, debido a la dificultad de disponer de aguas naturales de pozos, acequias.... Este agua ha sido en muchos casos también tratada

previamente para su desinfección con cloro, por ser el tratamiento utilizado mayoritariamente en las redes de suministro urbano.

Mientras que la degradación de muchos herbicidas en agua clorada ha sido ampliamente estudiada (MAGARA *et al.,*1994), los herbicidas de la familia de las ciclohexanodionas han sido poco investigados (SANDÍN-ESPAÑA *et al.*). Las ciclohexanodionas son una familia de herbicidas desarrollados en los últimos veinte años para el control de las malas hierbas en cultivos de hoja ancha a dosis de 0,2 a 0,5 kg m.a.ha-1. El modo de acción es la inhibición de la biosíntesis de los ácidos grasos en especies monocotiledóneas. Dicha síntesis esta catalizada, entre otras, por la acetil-coenzima A carboxilasa (INCLEDON *et al*., 1997).

Además del anillo ciclohexano-1,3-diona, es esencial para la actividad fitotóxica el grupo etoxiimino unido en la posición 2 del anillo (LICHTENTHALER, 1990; RENDINA y FELTS, 1988).



Herbicida	Sustituyente		
	R1	R2	R3
Tepraloxydim	-O-CH_2-CH=CH-Cl	-CH_2-CH_2-CH_3	-C_5H_9O
Alloxydim	-O-CH_2-CH=CH_2	-CH_2-CH_2-CH_3	-2(-CH_3)
Clethodim	-O-CH_2-CH=CH-Cl	-CH_2-CH_3	-CH_2-CH(CH_3)
Tralkoxydim	-O-CH_2-CH=CH_2	-CH_2-CH_3	-Ar

-Ar: 2,4,6.trimetilfenil

Figura 1. Estructura de las ciclohexano-1,3-dionas investigados en el presente trabajo.

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la reacción que tiene lugar entre cuatro herbicidas de la familia de las ciclohexanodionas (tepraloxydim, alloxydim, tralkoxydim y clethodim) y el cloro en forma de hipoclorito sódico, con el fin de conocer el comportamiento de estos herbicidas en aguas tratadas con cloro (Figura 1).

MATERIAL Y MÉTODOS

Reactivos y método de análisis.

El tepraloxydim fue cedido por BASF Ltd (Limburgerhof, Germany), el alloxydim y el tralkoxydim fueron suministrado por Dr. Ehrenstorfer y el clethodim por Chem Service (West Chester, PA, USA). Se prepararon disoluciones madre disolviendo los patrones en la mínima cantidad de acetonitrilo y enrasando con agua HPLC. Estas disoluciones madre fueron almacenadas a 4 ºC hasta la preparación de disoluciones más diluidas para la calibración o para la realización de los ensayos.

Los disolventes empleados para cromatografía líquida y los estudios de degradación fueron de grado HPLC, suministrados por Lab-scan (Stillorgan, Co. Dublín, Ireland). El ácido fórmico (98%) y el hipoclorito sódico (10%) fueron suministrados por Panreac (Barcelona, Spain).

Las concentraciones de los herbicidas en los estudios cinéticos se determinó por cromatografía líquida en un equipo Beckman System Gold empleando una columna Nova-Pak C18, con detector de ultravioleta de longitud de onda variable e inyector automático.

Las condiciones cromatográficas utilizadas fueron: flujo de 1ml/min, inyección de 50 µl y los disolventes empleados en la fase móvil fueron acetonitrilo/agua (0,1% ácido fórmico). La longitud de onda máxima, la proporción de disolventes en la fase móvil y el tiempo de retención para cada herbicida se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Condiciones cromatográficas para cada herbicida.

herbicida	acetonitrilo/agua	longitud de onda	tiempo de retención
Tepraloxydim	50/50	260	5,5
Alloxydim	60/40	265	4,8
Clethodim	60/40	255	7.1
Tralkoxydim	70/30	260	6,7

Las concentraciones de los herbicidas se determinaron midiendo área de pico y comparando con una curva de calibración (n = 4, r^2 = 0.997-0,999).

Experimentos cinéticos.

Las soluciones acuosas de hipoclorito sódico se prepararon de acuerdo con la concentración medida en Cl_2, a partir de la solución madre y se valoraron por yodimetría. La reacción entre los herbicidas y el desinfectante se llevó a cabo en una proporción 1:10 (mol/mol). Se adicionaron aliquotas de hipoclorito (500 µl) sobre diferentes viales con la disolución inicial de herbicida (10 ppm, 500 µl). Para detener la reacción se adicionaron aliquotas de tiosulfato sódico (100 µl, 100mM) a diferentes intervalos de tiempo. Todas las reacciones han sido llevadas a cabo en condiciones de pH = 9 y temperatura 25 ±2 ºC.

Muestras conteniendo sólo el herbicida fueron controladas durante el desarrollo del experimento para asegurarse que en las condiciones experimentales no tuvieran lugar otras reacciones de degradación tales como la hidrólisis o la fotodegradación.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La proporción herbicida/desinfectante fue 1/10 (mol/mol), representando el exceso de cloro el peor caso para herbicidas de bajas dosis y asegurando condiciones cinéticas de pseudo-primer orden.

Todos los herbicidas se degradan rápidamente con hipoclorito. En la Tabla 3 se presentan los resultados ajustados por regresión no lineal a una cinética de pseudo primer orden, estimándose la vida media de degradación y el tiempo de degradación del 90%.

Tabla 3. Resultados obtenidos de las cinéticas de los cuatro herbicidas estudiados.

herbicida	DT50 (seg)	DT90 (seg)	R^2
Tepraloxydim	2,26	7,5	94,7
Alloxydim	20,4	67,7	99,6
Clethodim	<0,5		-
tralkoxydim	0,9	2,9	98,2

Como puede observarse en la Tabla 3, la presencia de cloro en el agua empleado para diluir el herbicida, provoca su práctica completa degradación en menos de dos minutos en todos los casos.

El empleo de aguas tratadas con cloro en la preparación de las mezclas para la aplicación puede dar lugar por tanto a una disminución considerable de eficacia del herbicida debido a su rápida degradación. Como resultado de este trabajo se sugiere que debiera advertirse en la etiqueta de estos herbicidas que se evite el agua tratado con Cl_2 en la preparación de las mezclas destinadas a la aplicación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación RTA 01-034, subvencionado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria. P. S-E agradece una beca predoctoral al I.N.I.A.

BIBLIOGRAFIA

GALÁN, A.; HERNÁNDEZ, C. (1999). Metodología para la decisión de riego con agua residual en el medio rural. En: Aprovechamiento de las aguas residuales del sector agrario. Conferencia Internacional de Mecanización Agraria (CIMA´97). Editorial Agrícola Española. Madrid. 83-91.

INCLETON, BJ.; HALL, JC. (1997). Acetyl-Coenzyme A Carboxylase: Quaternary Structure and Inhibition by Graminicidal Herbicides. Pesticide Biochemistry and Physiology, 57, 255-271.

LICHTENTHALER, HK. (1990). Mode of action of herbicides affecting Acetyl-CoA carboxylase and fatty acid biosynthesis. Z Naturforsh, 45c, 521-528.

MAGARA, Y.; AIZAWA, T.; MATUMOYO, N.; SOUNA, F. (1994). Degradation of pesticides by chlorination water purification. Water Science Technology, 30, 119-128.

RENDINA, AR.; FELTS, JM. (1988). Cyclohexanedione herbicides are selective and potent inhibitors of acetyl-CoA carboxylase from grasses. Plant Physiology, 86, 983-986.

SANDÍN-ESPAÑA, P.; MAGRANS JO.; GARCÍA-BAUDÍN, JM. (2002). Effect of chlorine on the determination of tepraloxydim in water and analysis of main metabolites in drinking water by SPE and HPLC-UV. 4th European Pesticide Residues Workshop. Roma.

SING, RR. (1999). Wastewater utilization in agriculture: potentials and problems – a review. Agricultural Reviews. 20 (2), 93-102.

Summary: Consequences of chlorinated treated water use on ciclohexanedione herbicides of agricultural. It has been studied reaction between four ciclohexanedione herbicides and treated water with chlorine to determine the behaviour of these herbicides in this medium. In this work, it has been shown the problem when chlorinated waters is used on the preparation of crops treatments.

Key words: chlorination, degradation, wastewater, kinetic.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

RESPUESTA DIFERENCIAL Y MEJORA DE LA EFICACIA DEL HERBICIDA SULFOSATO EN DOS COMPUESTAS ARVENSES CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA CITRÍCOLA ONUBENSE

A. Palacios, F. Bastida y J. Menéndez
Universidad de Huelva, Departamento de Ciencias Agroforestales, Escuela Politécnica Superior, Campus Universitario de La Rábida. 21819-Palos de la Frontera (Huelva).
jmenend@uhu.es

Resumen: Se ha determinado mediante bioensayos en condiciones controladas la respuesta de dos compuestas arvenses, *Chrysanthemun coronarium* L. y *Anacyclus radiatus* Loisel., a diversas formulaciones mejoradas del herbicida sulfosato aplicadas a dos volúmenes distintos de tratamiento. Los datos obtenidos muestran la existencia de diferencias significativas tanto en la respuesta de las dos especies a los distintos tratamientos como en el efecto en éstas del volumen de aplicación del mismo. Estos resultados evidencian la posibilidad de desarrollar formulaciones herbicidas "a la carta" que, teniendo en cuenta la composición de la flora arvense característica de la zona a tratar, permita reducir hasta en un 50% la cantidad de materia activa a emplear.
Palabras clave: *Chrysanthemun coronarium*, *Anacyclus radiatus,* adyuvantes, formulación

INTRODUCCIÓN

Si los sistemas agrícolas actuales han de ser considerados como modelos sostenibles y rentables de producción, no se puede renunciar al uso de los herbicidas para controlar las malas hierbas, sino que más bien se ha de buscar el uso más eficiente de éstos con el fin de reducir las dosis de aplicación y la cantidad de materias activas que se incorporan al ecosistema. (MENÉNDEZ *et al*., 1999). Hasta la fecha se han propuesto diversas estrategias para reducir el consumo de herbicidas en los sistemas agrícolas. Entre todas ellas, destaca la mejora de las características físico-químicas de las formulaciones como un método sencillo y eficaz de disminuir la cantidad de materias activas que se incorporan a los agroecosistemas (ZOSCHKE, 1994). Esta mejora puede realizarse bien alterando en fábrica la formulación comercial desarrollada por las empresas de fitosanitarios o bien añadiendo algún tipo de adyuvante/mejorante comercial al caldo de tratamiento previamente a su aplicación(tank-mixtures). En este segundo caso, la mezcla en tanque de dos productos comerciales registrados y autorizados no precisa de un nuevo registro por parte del aplicador.

El objetivo de este estudio es determinar, bajo condiciones controladas de laboratorio, el efecto que la aditivación y las condiciones de tratamiento producen en la capacidad de

control del sulfosato sobre dos especies de malas hierbas de la familia de las Compuestas que suelen presentarse asociadas en la zona de producción citrícola de Huelva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como material vegetal se emplearon semillas de *Anacyclus radiatus* Loisel. y *Chrysanthemun coronarium* L. recolectadas en fincas citrícolas de la Comarca del Andévalo. Las semillas de ambas especies se germinaron en placas petri y se crecieron en condiciones controladas según se describe en MENÉNDEZ Y DE PRADO (1996).

Una vez alcanzado el estadío 4-6 hojas las plantas se trataron según se describe en la referencia anterior con cinco concentraciones (0,10, 0,21, 0,52, 1,04 y 2,08 l. ha^{-1}) de sulfosato al 48% (Touchdown, Syngenta) y a dos volúmenes de aplicación, 200 y 800 L/ha. El herbicida se aplicó sólo o aditivado con los siguientes adyuvantes: aceite parafínico al 81% (Fixaoil, Bayer), aceite de verano al 83% (Aceite Agrevo, Bayer), éter de alquil poliglicol (EAPG) al 20% (Tensol, Nufarm), dodecilbenceno sulfonato amónico (DBSA) al 20% (Etimoll, Nufarm), metiloleato/metilpalmitato al 34,5% (Dash HC, BASF), polimenteno al 96% (Nu-Film 17), y en presencia/ausencia en el caldo de sulfato amónico al 1%.). Las dosis de adyuvantes fueron las recomendadas por el fabricante. Transcurridos 28 días después de la aplicación, la eficacia herbicida de los distintos tratamientos se determinó mediante pesada de la parte aérea y cálculo del parámetro Dosis Efectiva Media (ED_{50}), definida como la dosis de herbicida (expresada en g de materia activa ha^{-1}) capaz de reducir en un 50% el peso fresco de la planta respecto a un control no tratado. Cada tratamiento (dosis) constó de cinco repeticiones con cuatro plantas/repetición c.u. Los ensayos se realizaron por triplicado. Los datos de cada especie se analizaron por separado mediante el tests de Newman-Keuls de mínimas diferencias significativas al 95% de intervalo de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada especie estudiada, los ensayos de crecimiento revelaron diferencias significativas entre las distintas formulaciones y volúmenes de aplicación empleados (Tabla1).

Tabla 1. Efecto de diversos tratamientos de postemergencia de sulfosato formulado sólo o con adyuvantes aplicados sobre *Chrysanthemun coronarium* a dos volúmenes de aplicación distintos. Los datos son medias de tres experimentos.

	ED_{50} (g m.a. ha^{-1})[a]			
	200 L ha^{-1}		800 L ha^{-1}	
Adyuvante	No SA[b]	SA	No SA	SA
Testigo	95,8efghi	52,7lmno	162,0b	133,5c
A. parafínico	99,3efgh	100,7defg	71,0ijklmn	91,8fghij
A. de verano	62,3klmn	50,8mnop	72,5ijklmn	83,8ghijk
Metiloleato	126,3cd	34,3op	110,5cdef	65,0klmn
EAPG	126,5cd	77,2ghijkl	114,0cdef	68,7jklmn
DBSA	59,0klmn	25,5p	74,8ghijklm	50,8mnop
Polimenteno	249,5a	48,0nop	121,5cde	73,5hijklmn

[a]Las medias seguidas de idéntica letra no son significativamente diferentes de acuerdo con el tests de Newman-Keuls de mínimas diferencias significativas al 95% de intervalo de confianza. [b]SA: Formulado con sulfato amónico al 1% (p/v); No SA: No formulado con sulfato amónico al 1% (p/v)

Los tratamientos realizados sobre *C. coronarium* demostraron que la adición de sulfato amónico a la formulación mejoró de forma general la actividad del sulfosato, a excepción de aquellas formulaciones conteniendo aceites minerales. Esta mejora resultó independiente del volumen de tratamiento empleado. En este sentido, se observaron diferencias de efectividad (aunque no generalizadas) entre tratamientos realizados a bajo volumen (más efectivos) y tratamientos a alto volumen (menos efectivos). De todas las formulaciones empleadas, la más efectiva resultó la mezcla de DBSA con sulfato amónico, la cual consiguió reducir en más de dos tercios la ED_{50} en *C. coronariun* independientemente del volumen de aplicación empleado. No obstante, a volúmenes de aplicación bajos, formulaciones tales como sulfosato + metiloleato, sulfosato + EAPG y sulfosato + polimenteno demostraron menor eficacia herbicida que los tratamientos con sulfosato sólo. Asimismo, la mezcla de aceite parafinico + sulfato amónico resultó antagonista, dado que la adición del aceite revertió el efecto producido por el sulfato amónico sólo. Estos efectos de pérdida de eficacia no se observaron a volúmenes altos de aplicación (Tabla 1)

Los bioensayos realizados sobre *A. radiatus* demostraron un patrón similar al anteriormente descrito e incluso demostrando diferencias aún más marcadas. A excepción de EAPG + sulfato amónico, todas las formulaciones ensayadas fueron significativamente más eficaces a 200 L ha^{-1} que a 800 L ha^{-1}. De igual modo, y de manera mucho más generalizada que lo observado en *C. coronarium*, las formulaciones conteniendo sulfato amónico resultaron significativamente más eficaces que las que no lo contenían, independientemente del volumen de aplicación que se empleara (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de diversos tratamientos de postemergencia de sulfosato formulado sólo o con adyuvantes aplicados sobre *Anacyclus radiatus* a dos volúmenes de aplicación distintos. Los datos son medias de tres experimentos.

	ED_{50}			
	200 L ha^{-1}		800 L ha^{-1}	
Adyuvante	No SA	SA	No SA	SA
Testigo	94,3efgh	58,0klm	211,8a	136,8c
A. parafínico	71,7ijk	52,0lm	152,0c	78,2hij
A. de verano	63,5jklm	61,3jklm	87,7efgh	102,8defg
Metiloleato	50,3m	25,0n	103,5def	88,8efghi
EAPG	73,7ijk	86,0fghi	115,0d	70,7ijkl
DBSA	52,0lm	25,0n	179,5b	96,3defgh
Polimenteno	106,0de	50,0m	138,3c	84,0ghi

[a]Las medias seguidas de idéntica letra no son significativamente diferentes de acuerdo con el tests de Newman-Keuls de mínimas diferencias significativas al 95% de intervalo de confianza.
[b]SA: Formulado con sulfato amónico al 1% (p/v); No SA: No formulado con sulfato amónico al 1% (p/v)

Las formulaciones más efectivas a bajo volumen resultaron ser la mezcla sulfato amónico con metiloleato o DBSA, mientras que a volúmenes altos de aplicación resultaron ser la mezcla de sulfato amónico con aceite parafínico, metiloleato ó EAPG. A diferencia de lo observado en *C. coronarium*, ninguna formulación resulto ser significativamente menos eficaz que los testigos sin aditivar (Tabla 2).

CONCLUSIONES

El uso de mezclas de adyuvantes comerciales ha permitido disminuir el valor ED_{50} del herbicida sulfosato por debajo de un tercio de los valores de los tratamientos no aditivados.

Las mezclas mas efectivas resultaron ser DBSA + sulfato amónico en *C. coronarium*, y sulfato amónico con metiloleato o DBSA (a bajo volumen) o sulfato amónico con aceite parafínico, metiloleato ó EAPG (a alto volumen) en *A. radiatus*.

Estos incrementos de la eficacia debido al uso de adyuvantes están a su vez relacionados con variables tales como el volumen de aplicación y las posibles interacciones con otros adyuvantes. En este sentido, la eficacia de un adyuvante o mezcla de adyuvantes en unas determinadas condiciones de aplicación no garantiza su efectividad al variar las condiciones de tratamiento y/o incorporar un nuevo aditivo a la mezcla.

Los efectos derivados del uso de adyuvantes resultaron más evidentes en plantas hispidas (*A. radiatus*) que en plantas glabras (*C. coronarium*).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación ha sido financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (Proyecto "Bases para la mejora del control de malas hierbas mediante el uso de herbicidas en sistemas de producción integrada de cítricos de la Comunidad Andaluza" (C01-006).

BIBLIOGRAFÍA

MENÉNDEZ, J.; DE PRADO, R. (1996). Diclofop-methyl cross-resistance in a chlorotoluron-resistant biotype of *Alopecurus myosuroides*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 56, 113-133.

MENÉNDEZ, J.; DE PRADO, R.; JORRÍN, J. (1999). Hacia un uso racional de los herbicidas. Vida Rural, 84, 42-44.

ZOSCHKE, A. (1994). Toward reduced herbicide rates and adapted weed management. Weed Technology, 8, 376-386.

Summary: Sulfosate effectiveness improvement and differential response of two common Compositae weeds in SW Spain. The effectiveness of several enhanced sulfosate formulations have been tested in *Chrysanthemun coronarium* L. y *Anacyclus radiatus* Loisel., at two different spraying volumes and under laboratory-controlled conditions. Data from bioassays show significantly differences between species adjuvants, and spraying volumes. These results show the possibility of easily developing specific herbicide formulations suited to specific weed problems, these formulations being capable of controlling weed problems at lower herbicide rates.

Key words: *Chrysanthemun coronarium*, *Anacyclus radiatus,* adjuvants, herbicide formulations.

Congreso 2003 de la Sociedad Española de Malherbología

REDUCCIÓN DE LA DOSIS DE TRATAMIENTO EN HERBICIDAS BIPIRIDILOS MEDIANTE EL USO DE ADYUVANTES COMERCIALES

J. Menéndez, F. Bastida
Departamento de Ciencias Agroforestales, Universidad de Huelva, Campus Universitario de La Rábida. 21819-Palos de la Frontera, Huelva. jmenend@uhu.es

Resumen: Se ha determinado mediante ensayos de crecimiento en condiciones controladas la respuesta de la mala hierba monocotiledónea *Lolium rigidum* Gaud., a diversas formulaciones aditivadas de los herbicidas paracuat y dicuat, ambos pertenecientes a la familia de los bipiridilos. La formulacion de aceites parafínicos, aceites de verano, éter de alquil poliglicol, dodecilbenceno sulfonato amónico, metiloleato/metilpalmitato o polimenteno con el herbicida no selectivo paracuat no mejoró significativamente su eficacia frente a *L. rigidum*. Por el contrario, la adición de estos adyuvantes al herbicida de hoja ancha dicuat mejoró significativamente su capacidad de control de esta maleza. Estos resultados evidencian la posibilidad de aumentar el espectro de aplicación del dicuat a malas hierbas de hoja estrecha mediante la mejora de su formulación, pudiendo resultar una alternativa de control no selectivo medioambientalmente menos agresiva que el paracuat, que cuenta con un perfil ecotoxicológico menos favorable.
Palabras clave: *Lolium rigidum,* paracuat, dicuat, formulación, mezclas

INTRODUCCIÓN

El incremento de la eficacia de los herbicidas mediante la mejora de su formulación es un objetivo crítico a la hora de establecer estrategias de control que busquen una reducción de las dosis de aplicación a emplear. Así, una formulación optimizada posibilita conseguir el mismo nivel de control de la flora arvense con menor cantidad de herbicidas. Esto implica que los incrementos conseguidos en la eficacia de los herbicidas se traducen en decrementos proporcionales en la cantidad de plaguicidas que suministramos al agroecosistema, lo cual entra dentro del más puro concepto de tratamiento fitosanitario de bajo impacto ambiental.

Esta mejora sustancial de la efectividad y la bioseguridad resulta de especial interés en herbicidas como los bipiridilos los cuales, si bien tienen una clasificación toxicológica desfavorable, son ampliamente utilizados en las zonas agrícolas onubenses al tratarse de

productos no residuales de aplicación foliar que se adaptan al uso en cultivos en línea tales como la fresa y los cítricos.

El objetivo de este estudio es determinar, bajo condiciones controladas de laboratorio, la posibilidad de reducción de las dosis de aplicación de los herbicidas paracuat y dicuat mediante su mezcla con adyuvantes comerciales, usando como sistema experimental *Lolium rigidum* Gaud., una especie arvense de amplia introducción en los agroecosistemas andaluces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como material vegetal se emplearon semillas de *L. rigidum* recolectadas en fincas citrícolas de la Comarca del Andévalo (Huelva). Las semillas se germinaron en placas petri y tras su transplante a macetas, se crecieron en condiciones controladas en cámara de cultivo según se describe en MENÉNDEZ y DE PRADO (1996).

Una vez alcanzado el estadío 4-6 hojas las plantas se trataron según se describe en la referencia anterior con ocho concentraciones (0,025, 0,05, 0,1, 0,2, 0,375, 0,75, 1,5 y 3,0 l. ha^{-1}) de paracuat 20 % (Jirafa, Kenogard) y dicuat 20% (Reglone, Syngenta) a un volumen de aplicación de 200 L/ha. Los herbicidas se aplicaron solos o aditivados con los siguientes adyuvantes: aceite parafínico al 81% (Fixaoil, Bayer), aceite de verano al 83% (Aceite Agrevo, Bayer), éter de alquil poliglicol (EAPG) al 20% (Tensol, Nufarm), dodecilbenceno sulfonato amónico (DBSA) al 20% (Etimoll, Nufarm), metiloleato/metilpalmitato al 34,5% (Dash HC, BASF) y polimenteno al 96% (Nu-Film 17). Las dosis de adyuvantes fueron las recomendadas por el fabricante. Transcurridos 28 días después de la aplicación, la eficacia herbicida de los distintos tratamientos se determinó mediante pesada de la parte aérea y cálculo del parámetro Dosis Efectiva Media (ED_{50}), definida como la dosis de herbicida (en g de materia activa ha^{-1}) capaz de reducir en un 50% el peso fresco de la planta respecto a un control no tratado. Los ensayos se realizaron por triplicado Los datos de cada herbicida se analizaron por separado mediante el tests de Student-Newman-Keuls de mínimas diferencias significativas al 95% de intervalo de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, los ensayos de crecimiento confirmaron una diferencia significativa entre la efectividad demostrada por paracuat y dicuat en el control de *L. rigidum* (Figura 1). Estas diferencias resultan lógicas ya que el paracuat es un herbicida total, mientras que el dicuat está especialmente recomendado en el control de malezas de hoja ancha. Sin embargo, los ensayos de crecimiento revelaron diferencias significativas entre las distintas formulaciones para cada herbicida estudiado, de tal modo que determinadas formulaciones aditivadas de dicuat demostraron una eficacia en el control de una monocotiledónea, si no significativamente igual, al menos comparable en orden de magnitud con la demostrada por paracuat (Figura 1).

Los tratamientos realizados con paracuat pusieron en evidencia que la adición de adyuvantes a la formulación original disminuye significativamente la capacidad de este herbicida para controlar *L. rigidum*. Así, los valores de ED_{50} obtenidos al ensayar las mezclas de herbicida con aceite parafínico (12,43 g m.a. ha^{-1}), aceite de verano (16.16 g m.a. ha^{-1}), EAPG (13,31 g m.a. ha^{-1}), DBSA (13,56 g m.a. ha^{-1}) y metiloleato/metilpalmitato (13.32 g m.a. ha^{-1}) resultaron ser al menos un 100% mayores que los obtenidos en el testigo de paracuat sin aditivar (6,4 g m.a.

ha^{-1}) (Figura 1). Esta pérdida de eficacia resultó aún más evidente en los ensayos con paracuat+polimenteno, en los que los valores de ED_{50} resultaron cuatro veces superiores (24,04 g m.a. ha^{-1})que en los tratamientos con paracuat sólo (Figura 1).

Los bioensayos realizados sobre *L. rigidum* con dicuat demostraron un patrón inverso al anteriormente descrito, resultando el tratamiento testigo con dicuat el menos efectivo en el control de *L. rigidum* (112,8 g m.a. ha^{-1}) y presentando todas las demás formulaciones de dicuat + adyuvante valores de ED_{50} significativamente más reducidos (Figura 1). De este modo, la adición de aceite de verano permitió disminuir la dosis de dicuat en casi un 50% (68,96 g m.a. ha^{-1}), mientras que el uso de DBSA (45,03 g m.a. ha^{-1}), polimenteno (44,41 g m.a. ha^{-1}), aceite parafínico (43,35 g m.a. ha^{-1}), metiloleato/metilpalmitato (43.11 g m.a. ha^{-1}) y EAPG (36,20 g m.a. ha^{-1}) permitó reducir en dos tercios la dosis de herbicida (Figura 1).

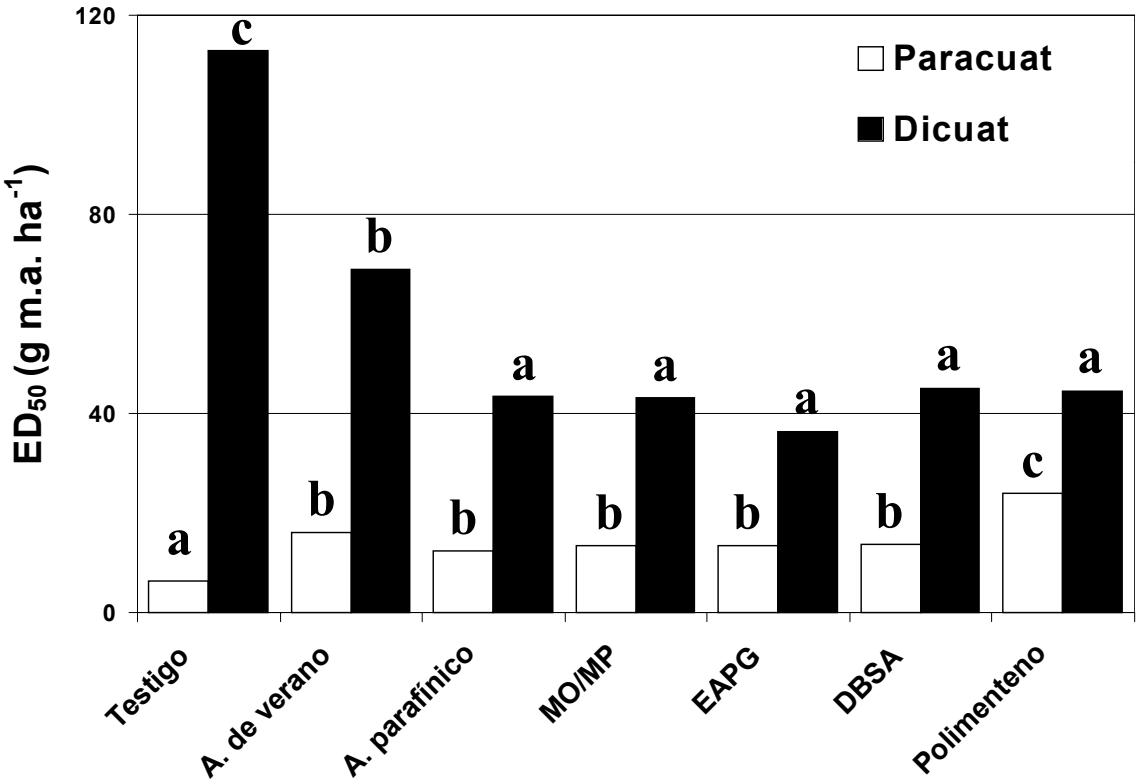


Figura 1. Efecto de diversos tratamientos de postemergencia de paracuat (blanco) o dicuat (negro) formulados sólos (testigo) o con adyuvantes aplicados sobre *Lolium rigidum.* Los datos son medias de tres experimentos. En cada herbicida, las barras seguidas de idéntica letra no son significativamente diferentes de acuerdo con el tests de Student-Newman-Keuls de mínimas diferencias significativas al 95% de intervalo de confianza. Clave: MO/MP: metiloleato/metilpalmitato; EAPG: éter de alquil poliglicol; DBSA: dodecilbenceno sulfonato amónico.

CONCLUSIONES

El herbicida paracuat se ha mostrado extremadamente eficaz en el control de *L. rigidum*. El uso de diversos adyuvantes no ha mejorado significativamente su capacidad de control de esta mala hierba monocotiledónea, por lo que se desaconseja la aditivación.

Los valores de ED_{50} del herbicida dicuat resultaron ser dieciocho veces mayores que los obtenidos en paracuat, lo cual es consistente con su caracterización de herbicida de hoja ancha. Sin embargo, la aditivación del dicuat se tradujo en un incremento significativo de su eficacia, siendo la mezcla más eficaz dicuat + EAPG, la cual consiguió reducir en dos tercios la dosis necesaria de dicuat.

Esta extensión del espectro de acción a monocotiledóneas en determinadas formulaciones aditivadas de dicuat demuestra la posibilidad hacer de este herbicida una alternativa de control no selectivo menos medioambientalmente agresiva que el herbicida paracuat, el cual cuenta con un perfil ecotoxicológico menos favorable.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación está encuadrado dentro del Proyecto "Bases para la mejora del control de malas hierbas mediante el uso de herbicidas en sistemas de producción integrada de cítricos de la Comunidad Andaluza" (C01-006), financiado por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y realizado por el Grupo de Investigación "Manejo Integrado de Recursos Agrícolas y Naturales".

BIBLIOGRAFÍA

MENÉNDEZ, J.; DE PRADO, R. (1996). Diclofop-methyl cross-resistance in a chlorotoluron-resistant biotype of *Alopecurus myosuroides*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 56, 113-133.

Summary: Reduction of herbicide rates in bipyridilium herbicides by means of using commercial adjuvants. The effectiveness of several enhanced formulations of the bipyridilium herbicides paraquat and diquat have been tested in the grass-weed *Lolium rigidum* Gaud. under laboratory controlled conditions. Addition of paraffinic or summer oils, alkyl polyglycol ether, ammonium dodecyl benzene sulfonate, methyloleate/methylpalmitate or pinolene did not increase the effectiveness of the non-selective herbicide paraquat. However, the formulation of these adjuvants together with diquat significantly increased the effectiveness of this broad-leaf selective herbicide. These results show the feasibility of widening diquat application spectrum beyond monocotiledoneous weeds via optimising its formulation. Thus, enhanced diquat formulations may be an environmentally friendly alternative to paraquat, which has a much less favorable ecotoxicological profile

Key words: *Lolium rigidum,* paraquat, diquat, herbicide formulations, mixtures.

SELECTIVIDAD EN EL CONTROL QUÍMICO DE MALAS HIERBAS EN CULTIVOS DE PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES

A. Cirujeda[1], R. Anguera[1], A. Taberner [1, 2],
[1] Departament d'Hortofructicultura, Botànica i Jardineria; Universitat de Lleida; Avda. Alcalde Rovira Roure 177; 25198 Lleida. cirujeda@hbj.udl.es
[2] Servei Sanitat Agrícola, Malherbologia; Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, Generalitat de Catalunya; Avda. Alcalde Rovira Roure 177; 25198 Lleida. taberner@hbj.udl.es

Resumen: Ante la demanda del sector de ahondar en los temas de control químico de malas hierbas en este tipo de cultivos, se realizaron ensayos de control químico de malas hierbas en diversas especies de plantas aromáticas y medicinales en dos localidades: Vilanova de Bellpuig (l'Urgell, Lleida) y Sagàs (Berguedà, Barcelona). En la primera localidad se aplicaron herbicidas sobre plantas recién plantadas en el mes de junio de 2001. En Sagàs se aplicaron herbicidas en tres momentos: una serie de productos de pre emergencia sobre plantas recién plantadas en octubre de 2002, otros tratamientos de pre emergencia en marzo y, finalmente, herbicidas de post emergencia también en marzo. Se observaron problemas de fitotoxicidad graves para diversas combinaciones de cultivo y herbicida en ambas localidades. Los herbicidas pendimetalina y oxadiazón destacaron en general por su inocuidad en Vilanova de Bellpuig. Diuron y orizalina + isoxaben, en cambio, causaron serios problemas de falta de selectividad en diversas especies. Ésta última mezcla también causó problemas en Sagàs. El herbicida pendimetalina, inocuo en Vilanova, provocó serios problemas de selectividad en Sagàs, especialmente aplicado en invierno sobre plantas recién transplantadas. De entre los herbicidas ensayados en post emergencia sólo se apreciaron ligeras afectaciones con linuron y oxadiazón. Dada la posible fitotoxicidad de estos productos, la falta de registro de herbicidas para estos cultivos y la posibilidad de presencia de residuos en la planta se recomienda reforzar los métodos de prevención y de control mecánico.
Palabras clave: *Thymus vulgaris, Origanum vulgare*, herbicidas, pre emergencia, post emergencia.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha incrementado el interés por el cultivo de plantas aromáticas y medicinales en diversas regiones españolas, entre ellas en Cataluña. Si bien hay agricultores que se dedican al cultivo ecológico de estas plantas, numerosas consultas se dirigen al control

químico de las malas hierbas. Cuando el destino de estos cultivos es para destilación o para venta de hoja sin certificación ecológica, los productores desean emplear herbicidas para el manejo de la flora adventicia. En cultivos de plantas aromáticas y medicinales el registro de productos fitosanitarios español contempla únicamente la materia activa terbacilo para el cultivo de menta y hay poca experiencia en España que aporte conocimientos sobre este tema. En cuanto a la bibliografía, se han encontrado estudios muy exhaustivos de Alemania del Este (Pank *et al.*, 1982 , 1987) realizados, no obstante, con herbicidas antiguos. Se ha encontrado información divulgativa más actualizada de cooperativas y asociaciones francesas (Cámara de Agricultura de la Drôme, ITEIPMAI). Después de recibir diversas consultas se iniciaron unos ensayos con el fin de empezar a evaluar algunos herbicidas para ver las posibilidades de uso y considerarlos incluso en una posible ampliación de registro, aún siendo conscientes de la rapidez de cambios que se están produciendo en dicho registro con el actual proceso de unificación europea del mismo.

El objetivo del presente trabajo es comenzar a conocer la selectividad de diversos herbicidas de amplio espectro controlando especialmente dicotiledóneas hacia varias especies de cultivos de plantas aromáticas y medicinales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se establecieron ensayos de control químico de malas hierbas en una parcela plantada expresamente en la localidad de Vilanova de Bellpuig (Urgell - Lleida) y sobre parcelas comerciales en Sagàs (Berguedà - Barcelona). Las especies cultivadas en el primer caso fueron menta (*Mentha officinalis* L.), estragon (*Artemisia dranunculus* L.), tomillo de limón (*Thymus X citriodorus* Pers.), equinacea (*Equinacea purpurea* M.), melisa (*Melissa officinalis* L.), lavanda (*Lavandula latifolia* Med.), estevia (*Stevia Rebaudiana* Bertoni).

y manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.). Se realizaron dos repeticiones en parcelas que contaban con cinco plantas cada una. En este caso las aplicaciones se realizaron con productos de post emergencia en primavera sobre individuos plantados expresamente para el ensayo. El suelo del campo de ensayo es de textura franco-arcillosa y se regó a manta antes del tratamiento así como cada 10 días después.

En Sagàs se trató sobre *Thymus vulgaris* L. y *Origanum vulgare* L. Cada parcela medía 2 x 5 m y se trataron 24 plantas de cultivo por parcela. Se realizaron tres tratamientos: herbicidas de pre emergencia aplicados en invierno (pre 1), herbicidas de pre emergencia aplicados en primavera (pre 2) y herbicidas de post emergencia aplicados en primavera (post). Los tratamientos se hicieron sobre una plantación comercial plantada el día 15 de octubre de 2002. Los dos primeros tratamientos se hicieron en una parcela cuyo suelo es de textura franco-arcillosa; el ensayo de post emergencia se hizo en un campo cercano de la misma textura.

La elección de los herbicidas se basó en referencias encontradas en la bibliografía (ITEIPMAI, Pank *et al.*, 1982, 1987). Los herbicidas utilizados están descritos en la Tabla 1.

En Vilanova la aplicación se realizó el 1 de junio 2001 a primera hora de la mañana y la evaluación el 3 de julio de 2001. En Sagàs se aplicaron los productos de pre emergencia dos veces. La primera aplicación se realizó el 16 de octubre de 2002. El segundo ensayo de pre emergencia y el de post emergencia se realizaron el 18 de marzo de 2003. El herbicida trifluralina fue incorporado previo a la plantación de las plantas de cultivo. En los demás casos no se realizó ninguna operación después de la aplicación del herbicida.

En Vilanova, la selectividad de los herbicidas fue avaluada 32 días después del tratamiento cuando el ensayo se consideró terminado. El cultivo no fue comercializado. En Sagàs las valoraciones se pudieron realizar durante más tiempo, ya que se trataba de una finca

comercial. Éstas se realizaron tras 33, 82, 168 y 195 días para el ensayo de pre emergencia 1 y tras 23 y 50 días para los ensayos de pre emergencia 2 y post emergencia. Para ello se utilizó una escala adaptada de los criterios de la EWRS con una puntuación entre 0 y 10, correspondiendo a ausencia de síntomas y completa mortalidad del cultivo, respectivamente. La puntuación 5 denota la presencia de alguna planta muerta.

Tabla 1: Herbicidas y dosis (L o kg ha^{-1} de producto comercial) de los mismos utilizados en Vilanova de Bellpuig en 2001 y en Sagàs en 2002-03. En Sagàs, los herbicidas de pre emergencia fueron aplicados en dos momentos diferentes respecto a las hierbas: invierno (1) y primavera (2).

Localidad	Composición	Herbicida	Dosis	Aplicación
Vilanova de Bellpuig	oxadiazon 25%	Ronstar	10	Post
	linuron 50%	Linurex	3	Post
	diuron 80%	Diuron	2	Post
	orizalina 48% + isoxaben 25%	Surflan + Rokenil	6 + 0.25	Post
	pendimetalina 33%	Stomp	5	Post
Sagàs	trifluralina 48%	Araflurex	2.5	Pre 1
	pendimetalina 33%	Stomp	4	Pre 1, 2
	trifluralina 24% + linuron 12%	Gadisan	3	Pre 1, 2
	orizalina 48% + isoxaben 25%	Rokenil + Surflan	0.25 + 6	Pre 1, 2
	metabenzotiazurón 70%	Tribunil	3	Pre 1, 2
	metamitrona 70%	Goltix	3	Pre 1, 2
	oxadiazón 25%	Ronstar	3	Pre 2
	linuron 50%	Herlin	2	Post
	lenacil 80%	Venzar	0.6	Post
	oxadiazón 25%	Ronstar	3	Post
	bentazona 33.3% + diclorprop 23.3%	Basagran	2.5	Post

RESULTADOS

Los resultados sobre la selectividad de estos productos sobre las diferentes especies de cultivo están recogidos en la Tabla 2.

En Vilanova se observaron daños leves hasta muy graves en varios casos. Los herbicidas más selectivos fueron oxadiazón y pendimetalina causando sólo leves afectaciones en tomillo y en melisa o lavanda (Tabla 2). Un herbicida muy poco selectivo fue diuron que causó la muerte de la mayoría de plantas tratadas de menta, tomillo de limón, tomillo, equinácea y estevia. También linuron causó la muerte de la mayoría de plantas de cultivo de tomillo de limón, melisa y estevia, La mezcla orizalina + isoxaben provocó la muerte de algunas plantas de menta, estragón, tomillo de limón, tomillo, melisa y lavanda.

En Sagàs se apreciaron daños muy severos en varios herbicidas sobre orégano con productos de pre emergencia (Tabla 2). El más desfavorable fue ocasionado por la mezcla orizalina + isoxaben y por pendimetalina aplicados en invierno, causando la muerte de prácticamente la totalidad de las plantas de cultivo. Las afectaciones de estos herbicidas aplicados en primavera fueron más leves. Los daños provocados por los productos de post emergencia fueron muy leves. El cultivo de tomillo fue fuertemente dañado por poblaciones vecinas de conejos silvestres. Fue por ello imposible detectar posibles fitotoxicidades durante el invierno. En la primavera tras producirse nuevos brotes se observaron muertes de plantas

tratadas con orizalina + isoxaben. También se observó una menor afectación debido a la aplicación de pendimetalina.

Tabla 2: Valores de fitotoxicidad observada en los diferentes cultivos según los criterios de la tabla explicada anteriormente. Los daños se refieren a 32 días tras tratamiento para el caso de Bellpuig, tras 195 días para el ensayo de pre emergencia de invierno y 50 días para los ensayos de pre emergencia de primavera y post emergencia en Sagàs, respectivamente. Dos valoraciones en el ensayo de Vilanova de Bellpuig indican que se observaron diferentes grados de fitotoxicidad en las dos parcelas. En Sagàs se tomó la media de las observaciones de las tres parcelas. Se indican los nombres comerciales de los herbicidas.

Herbicida	Menta	Estragon	Tomillo de limón	Tomillo	Equinacea	Melisa	Lavanda	Manza-nilla	Estevia
Vilanova de Bellpuig									
Ronstar	0	0	0	3	3	0	0	0	0
Linurex	0	0	0 / 8	0	0	8	-	-	3 / 8
Diuron	0 / 8	3	3 / 8	8	8	8	-	-	8
Surflan + Rokenil	8	3 / 8	3 / 8	8	3	3 / 8	8	3	0
Stomp	3 / 0	0	0	3	0	0 / 3	3	0	0

Sagàs Pre 1			**Sagàs Pre 2**			**Sagàs Post**		
Herbicida	**Tomillo**	**Orégano**		**Tomillo**	**Orégano**		**Tomillo**	**Orégano**
Araflurex	2	1.3	Stomp	4.7	4	Herlin	1.7	1.3
Stomp	3	8	Gadisan	3	2	Venzar	0	0
Gadisan	2	1.3	Rokenil + Surflan	4	4	Ronstar	2	3.3
Rokenil + Surflan	6.3	9	Tribunil	0.3	2.3	Basagran	0	0.3
Tribunil	1.7	1.3	Goltix	1	1			
Goltix	1.3	0.3	Ronstar	3.3	3			

DISCUSIÓN

Las aplicaciones en Vilanova se hicieron en época de calor y con ejemplares recién plantados que habían estado creciendo en alveolos hasta el momento. Las fuertes toxicidades provocadas por algunos herbicidas pueden haberse incrementado más de lo normal. Es notable que los herbicidas selectivos en este ensayo fueron los menos selectivos en los ensayos en Sagàs (pendimetalina i oxadiazón).

Los síntomas de fitotoxicidad aparecieron muy deprisa en el ensayo de Vilanova, probablemente debido a las elevadas temperaturas del momento. En Sagàs, en cambio, la aparición de los síntomas fue mucho más lenta, probablemente debido al período invernal. Otro factor que influyó fue la elevada humedad durante prácticamente todo el invierno, favorecida por la textura franco-arcillosa del suelo en Sagàs, hecho que puede explicar las toxicidades más graves en invierno que en primavera aplicando los mismos productos de pre emergencia. Cabe comentar que los resultados no coinciden en alguno de los casos (con oxadiazón) lo cual subraya la necesidad de llevar a cabo estos ensayos en las condiciones

locales. Sí coinciden los resultados de elevada selectividad de metamitrona y metabenzotiazurón.

Otro aspecto a tener en cuenta es el de la necesidad de ensayar diferentes dosis de los productos empleados. La elevada eficacia observada en algunos de ellos sugiere ensayarlos a dosis inferiores esperando entonces una menor fitotoxicidad.

CONCLUSIONES

En líneas generales se ha observado que el cultivo de tomillo es más tolerante a los herbicidas que el orégano. También se ha visto que, si bien continúan causando problemas de fitotoxicidad, las aplicaciones de productos de pre emergencia en primavera provocaron menos daño que las realizadas en invierno. Se han encontrado diferencias en la aparición de fitotoxicidad entre las dos localidades, hecho que sugiere que es necesario realizar numerosos ensayos con el fin de contemplar diferentes situaciones edáficas y climáticas, así como encontrar las dosis adecuadas para estos cultivos. De entre los herbicidas utilizados destacan como selectivos en las condiciones del ensayo el metabenzotiazurón y, especialmente, la metamitrona. Estas materias activas podrían ser sugeridas para su consideración en posible ampliación de registro para estos cultivos minoritarios que son las plantas aromáticas y medicinales.

BIBLIOGRAFÍA

ITEIPMAI Fiches techniques recueil basilic, menthe poivrée, pissenlit, thym. Chemillé Institut interprofessionnel des plantes à perfum, aromatiques et médicales.

ITEIPMAI Fiches techniques recueil valériane, estragon, persil, sauge officinale. Chemillé Institut interprofessionnel des plantes à perfum, aromatiques et médicales.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA DROME. Thym vulgare. Quel herbicide choisir pour un desherbage efficace?

PANK F.; EICHHOLZ E.; ENNET D. (1982). Chemische Unkrautbekämpfung in Arzneipflanzenkulturen. 4te Mitteilung: Thymian (*Thymus vulgaris* L.). VEB Pharmazeutisches Werk Halle (Saale), Bereich Forschung und Institut für Arzneimittelwesen der DDR. Pharmazie 37, 11, 795-797.

PANK F.; EICHHOLZ E.; ENNET D.; ZYGMUNT B. (1982). Chemische Unkrautbekämpfung in Arzneipflanzenkulturen. 7te Mitteilung: Pfefferminze (*Mentha piperita* L.). VEB Pharmazeutisches Werk Halle (Saale), Bereich Forschung, Institut für Arzneimittelwesen der DDR und Institut für Heilpflanzenforschung Poznan, VR Polen. Pharmazie 41, 1, 47-52.

PANK F.; EICHHOLZ E.; ENNET D.; ZYGMUNT B. (1987). Chemische Unkrautbekämpfung in Arzneipflanzenkulturen. 8te Mitteilung: Melisse (*Melissa officinalis* L.). VEB Pharmazeutisches Werk Halle (Saale), Bereich Forschung, Institut für Arzneimittelwesen der DDR und Institut für Heilpflanzenforschung Poznan, VR Polen. Pharmazie 4, 3, 191-195.

Summary: Selectivity of different herbicides in aromatic and medicinal crops. Answering to the sector's demand of deepening into the knowledge of chemical weed control topics in this type of crops, several chemical weed control trials were done on different aromatic and medicinal crops at two

sites: Vilanova de Bellpuig (l'Urgell, Lleida) and Sagàs (Berguedà, Barcelona). At the first location herbicides were applied at three moments: some products at pre-emergence on October 2002 on freshly-planted plants, other pre-emergence treatments in March 2003 and post-emergence herbicides also in March 2003. Severe phytotoxicity were observed for several crop and herbicide combinations at both sites. The herbicides pendimethaline and oxadiazon showed up because of generally causing no harm at Vilanova de Bellpuig. Diuron and orizalina + isoxaben, on the other hand, caused serious problems of lack of efficacy on several species. This last mixture originated also problems in Sagás, especially when applied in winter on freshly-planted plants. Out of the herbicies sprayed in post-emergence of the weeds only slight phytotoxicity was observed for linuron and oxadiazon. Due to the possible phytotoxicity of these products, the lack of registration of the herbicides for these crops and the possibility of residues in the plants it is recommended to reinforce preventive and mechanical control methods.
Key words: *Thymus vulgaris, Origanum vulgare*, herbicides, pre-emergence, post-emergence.

ÍNDICE DE AUTORES

Abascal, F. 52
Aguado, P.L. 128
Aibar, J. 171 , 74
Alarcón, R. 189
Alcántara, C. 143
Anguera, R. 223 , 285
Barroso, J. 40 , 44
Bastida, F. 104 , 277 , 281
Belmonte, A. 203
Beltramo, J. 137
Bernat, C. 21
Bisa, R. 223
Blanco, J.M. 68
Blanco, O. 245
Bodrero, J.P. 118
Cabeza, F. 240
Canales Agua, J 27
Cano, M. 203
Carrasco, J.M. 249
Cavero, J. 245
Chamorro, L. 63 , 68
Chueca, M.C. 59 , 215 , 219 ,269
Cirujeda, A. 74 ,150 ,176 , 223 , 285
Conesa, J.A. 123
Contigiani, A. 84 , 118
Costa, J. 180
Cuadrado, I.M. 203
Curis, M.C. 137
Daita, F. 118
Dana, E.D. 112
De Lucas Bueno, C. 189
Del Monte, J.P. 128 , 185
Dorado, J. 185
Duque, E. 112
Duran, J.M. 236

Escorial, M.C. 59 , 215 , 269
Estalrich, E. 207
Esteve, J. 160
Fernández-Cavada, S. 156 , 245
Fernández-Quintanilla, C. 40 , 44 , 48
Ferrari, G 84 , 118
García Martínez, V.M. 228 , 232 , 255
García Muriedas, G. 189
García Tascón, R.J. 228 , 232 , 255
García Torres, L. 27 , 31
García, L. 167
García-Baudín, J.M. 59 , 215 , 219 , 260 , 269 , 273
García-Ferrer, A. 27
García-Rojas, L. 207
Garzón, E. 228 , 232 , 255
Gil, E. 21
Gómez de Barreda, D. 249
González Ponce, R. 94 , 167
González-Andújar, J.L. 48 , 52 , 63
González-Hernández, M.P. 108
González-Moreno, A. 112
Grau, J.M. 260
Hernández Plaza, E. 189
Hernández, J. 156
Janssen, D. 203
Jiménez Hidalgo, M.J. 52
Jurado-Expósito, M 27 , 31
Kuc, A. 123
Lacasta, C. 167 , 207
Leguizamón Frey, E.S. 84 , 118
Leiva, I. 236
León, M. 171
Lewis, J.P. 118
Llurba, R. 99
López-Fando, C. 185
López-Granados, F. 27 , 31
López-Mosquera, Mª. E. 108
Lorenzo, E. 249
Loureiro, I 59 , 215
Lozano Garrido, E. 35
Maestre, D. 171
Magrans, J.O. 273

Martín-Bretones, G. 203
Martín-Closas, Ll. 176
Mas, M.T. 194 , 199
Masalles, R.M. 3 , 68
Mateo, L 176
Meco, R. 207
Menéndez, J. 104 , 277 , 281
Merino, C. 269
Miguélez, M.M. 265
Monteiro, A. 89
Moreira, I. 89
Mortensen, D. ii
Navarrete Martínez, L. 189
Nieto-Taladriz, M.T. 219
Novillo, C. 180
Palacios, A. 277
Paravano, A.S. 137
Pardo, A. 156
Pelacho, A.M. 176
Peña Barragán, J.M. 27 , 31
Pérez, J.A. 240
Planes, J. 74
Polo, J. 48
Pombo, E. 236
Recasens, J. 68 , 74 , 123
Retamal, N. 236
Rigueiro, A. 108
Romero Taboada, E. 7
Romero, R. 108
Ruíz, D. 40 , 44
Ruíz, L. 203
Saavedra, M. 143
Saínz Oses, M.J. 108
Sánchez del Arco, M.J. 189
Sánchez, S. 143
Sandín-España, P. 273
Sans, F.X. 63 , 68
Santin, I. 94 , 219
Santos, A.C. 89
Sanz-Elorza, M. 112
Sayago, F. 118
Seguer, J. 79

Segundo, E. 203
Serrasqueiro, P.M. 89
Sixto, H. 260
Sobrino-Vesperinas, E. 112
Suso, M. 156
Taberner, A. i, 74 , 150 , 223 , 285
Tanarro, A. 112
Torra, J. 74
Torres, P.S. 118
Urbano, J.M. 240
Valenciano, J.B. 137 , 265
Vendrell; E. 249
Verdú, A.M.C. 194 , 199
Villa, F. 156
Villarías, J.L. 228 , 232 , 255
Westerman, P. 79
Zaragoza, C. 156 , 171 , 245
Zorza, E. 118

¿CÓMO CITAR UNA COMUNICACIÓN O PONENCIA DE LAS ACTAS?

Autor/es. (2003). Título de la comunicación. En *Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, Barcelona, 4-6 noviembre 2003* [CD-ROM]. UPC. Servei de Comunicació Institucional pp xx-xx.

Ejemplo:

Masalles, R.M. (2003). Diversidad y clasificación de las comunidades arvenses. En *Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, Barcelona, 4-6 noviembre 2003* [CD-ROM]. UPC. Servei de Comunicació Institucional pp 3-6.

Relación de socios protectores de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh) a julio de 2003:

- AGRODÁN, S.A.
- BAYER CROPSCIENCE, S.L.
- BASF ESPAÑOLA, S.A.
- COMERCIAL QUÍMICA MASSÓ
- DOW AGROSCIENCES IBÉRICA, S.A.
- DU PONT IBÉRICA, S.A.
- FEDISPROVE
- ESK BIOSCIENCES EUROPE, S.A.
- MONSANTO ESPAÑA, S.A.
- NUFARM ESPAÑA, S.A.
- SINTRA, S.A.
- SIPCAM INAGRA, S.A.
- SYNGENTA AGRO, S.A.

Entidades patrocinadoras y colaboradoras del IX Congreso SEMh 2003:

AJUNTAMENT DE BARCELONA

CONSORCI DE L'ESCOLA INDUSTRIAL DE BARCELONA

CONSORCI DEL PARC AGRARI DEL BAIX LLOBREGAT

DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, RAMADERIA I PESCA. GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'UNIVERSITATS. GENERALITAT DE CATALUNYA

ESCOLA UNIVERSITÀRIA D'ENGINYERIA TÈCNICA AGRÍCOLA DE BARCELONA

INSTITUCIÓ CATALANA D'ESTUDIS AGRARIS. INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Organizadores del IX Congreso SEMh 2003: Sociedad Española de Malherbología (SEMh) y Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia de la U.P.C.

Secretaría de la SEMh: Joaquín Aibar Lete. Dep. Agricultura y Economía Agraria.
Universidad de Zaragoza. Escuela Politécnica Superior De Huesca
Ctra. Cuarte, S/N
22071 Huesca

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Parc Agrari del Baix Llobregat