

La lutte contre les mauvaises herbes pour les céréales en semis direct : Principaux problèmes

Aibar J.

in

Arrue Ugarte J.L. (ed.), Cantero-Martínez C. (ed.).
Troisièmes rencontres méditerranéennes du semis direct

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 69

2006

pages 19-26

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=6600081>

To cite this article / Pour citer cet article

Aibar J. **La lutte contre les mauvaises herbes pour les céréales en semis direct : Principaux problèmes.** In : Arrue Ugarte J.L. (ed.), Cantero-Martínez C. (ed.). *Troisièmes rencontres méditerranéennes du semis direct*. Zaragoza : CIHEAM, 2006. p. 19-26 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 69)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

La lutte contre les mauvaises herbes pour les céréales en semis direct : Principaux problèmes

J. Aibar

EPS de Huesca, Universidad de Zaragoza
Ctra Cuarte s/n, 22071 Huesca, Espagne
jaibar@unizar.es

RESUME – Ce travail expose l'importance que revêt la lutte contre les mauvaises herbes en semis direct. Il présente les principaux problèmes causés par la flore adventice et la prolifération d'espèces adaptées à ce système de culture, y compris l'apparition de biotypes résistants à l'herbicide le plus employé, le glyphosate. On énumère une série de mesures visant à éviter l'apparition de problèmes spécifiques de mauvaises herbes en semis direct.

Mots-clés : Non labour, lutte contre les mauvaises herbes, pratiques agricoles.

SUMMARY – *"The control of weeds in cereals under no-tillage conditions: Main problems". In this work the importance of weed control in direct sowing is commented. The main problems caused by weeds and the proliferation of species adapted to this cultural system are presented, including the occurrence of biotypes resistant to the most widely used herbicide, the glyphosate. A series of measures are mentioned to avoid the specific problems related to weeds in direct sowing.*

Keywords: *No-till, weed control, agricultural practices*

Le labour de conservation

Depuis que l'homme est devenu sédentaire et a commencé à devenir agriculteur, l'intervention sur le sol a été constante, par diverses techniques. L'objectif initial n'était autre que d'apporter aux semences qui venaient d'être semées un lit approprié pour leur levée. Un autre objectif visé en travaillant le sol était d'éliminer les mauvaises herbes déjà levées. Outre l'emploi du feu, la pratique principale effectuée sur le sol consistait à le labourer, en utilisant la traction humaine d'abord et la traction animale pendant plusieurs millénaires.

La fin du XVIII^e siècle vit apparaître les premières machines thermiques, et l'ère industrielle commença avec un développement continu d'équipements de traction et d'outillage. Le labour du sol commença à être effectué avec des équipements plus grands, plus résistants et avec une plus grande vitesse de travail.

Le remplacement du labour mécanique par des pratiques chimiques démarra en Angleterre avec l'apparition de l'herbicide de contact non résiduel Paraquat, vers 1960. Le temps nécessaire pour la préparation du semis fut réduit par rapport aux méthodes traditionnelles et on commença à parler du Labour de Conservation.

On entend par *Labour de Conservation* toutes les techniques de labour qui laissent au moins sur le sol 30% de résidus végétaux de la récolte précédente, afin de réduire l'érosion et de mieux conserver l'eau.

La crise du pétrole de 1973 et l'apparition à ce moment-là du glyphosate furent la raison du lancement des techniques de Labour de Conservation à l'échelle mondiale, car l'économie d'une énergie non renouvelable et par conséquent la réduction des coûts primait sur toute autre considération.

En Europe on cultive plus de 16 millions d'hectares selon les techniques d'Agriculture de Conservation (AC), dont 12 millions d'ha en labour minimum sous couverture, 3 millions d'ha en semis direct et presque un million d'ha de cultures ligneuses selon ces techniques (González *et al.* 2005).

En Espagne on estime qu'il y a 2,4 millions d'ha en AC, dont la plupart -1,25 millions d'ha- sont cultivés en labour minimum suivis par 600 000 ha en non labour et 550 000 ha couverts de cultures ligneuses, principalement oliveraies (ECAAF, 2005).

Types de labour de conservation

La pratique d'une Agriculture de Conservation est basée sur la diminution du labour autant que possible, en évitant surtout les travaux qui inversent le profil du sol (versoir, herse à disques..) et ceux qui provoquent une pulvérisation excessive des agrégats du sol en surface (rotovator, etc.). Il existe différentes techniques pour mener à bien cette Agriculture de Conservation (Hernanz, 2003) telles que :

(i) Pour les cultures herbacées annuelles : semis direct, labour minimum, labour en billons permanents, cultures de couverture d'hiver (précédant le semis de printemps), labour en bandes, etc.

(ii) Pour les cultures ligneuses : couvertures semi-permanentes (semées ou naturelles), couvertures de résidus de taille, couvertures permanentes, etc.

Le semis direct

Pour les céréales d'hiver, la technique la plus développée dans le cadre de l'Agriculture de Conservation est le "semis direct". Ce système de production consiste à semer sur les chaumes de la culture précédente sans travail du sol préalable, en éliminant les mauvaises herbes présentes par traitement, avec un herbicide de contact, non résiduel, quelques jours avant de semer. Le traitement en pré-semis est effectué dans la plupart des cas une semaine avant le semis. Si les traitements sont effectués très proches de la date du semis sur des champs ayant une grande quantité de résidus végétaux, ceci peut causer de graves dégâts sur la culture au moment de la levée.

Comme toute pratique agricole, le semis direct présente des avantages et des inconvénients qu'il faut comparer pour chaque situation concrète afin d'apporter la meilleure solution à chaque problème.

Avantages du semis direct

Le fait de réduire les travaux du sol permet une économie de temps et de combustible. De même, la machinerie étant très peu utilisée, son usure est bien moindre.

La structure du sol s'améliore car l'agrégation des particules du sol augmente, permettant ainsi une meilleure croissance racinaire. La teneur en matière organique du sol augmente car une moindre quantité de carbone est dégagée dans l'atmosphère que si l'on retourne le sol par des labours. La consommation de gasoil étant réduite, il y a moins d'émissions de CO₂ dans l'atmosphère.

Le captage et la disponibilité de l'eau pour la culture s'améliorent car les résidus végétaux que l'on laisse en surface réduisent l'évaporation, et augmentent l'infiltration à travers la présence de macropores, de lombrics et de petits canaux qui subsistent là où étaient auparavant les racines de la culture précédente. Par ailleurs étant donné que la terre n'est ni retournée ni aérée, on réduit les pertes par évaporation.

Les résidus végétaux laissés en surface réduisent de façon drastique l'érosion en comparaison avec les sols labourés. Les particules du sol sont retenues par ces restes et ne sont pas entraînées dans les cours d'eau, ce qui améliore ainsi la qualité de l'eau.

Les résidus organiques sont utilisés par les oiseaux et les petits animaux comme refuge.

Inconvénients du semis direct

On peut voir apparaître un compactage superficiel du sol et des problèmes de passage de pneus, causés en général par le passage de la machinerie, ou par le piétinement du bétail lorsque le sol est humide. Les vers du sol et les taupes peuvent également causer des dommages.

Lorsqu'il y a une grande quantité de résidus en surface, le sol peut être plus froid et la croissance de la plante cultivée peut être, initialement, plus lente.

Les températures plus fraîches et la plus grande humidité du sol qui vont de pair avec le labour de conservation peuvent augmenter l'incidence de maladies causées par des champignons du sol.

Les résidus des récoltes, s'ils sont importants, peuvent poser des difficultés de gestion.

Lorsqu'il y a un non labour soutenu, la partie supérieure du sol (deux à cinq cm) s'acidifie plus rapidement que lorsqu'il existe une culture.

Bien que les herbicides employés habituellement en semis direct, comme outil pour éliminer les mauvaises herbes présentes avant d'effectuer le semis, soient peu dangereux, leur utilisation indiscriminée peut augmenter les risques environnementaux, dont la sélection d'écotypes résistants à ces herbicides.

Finalement, le non labour prolongé dans les champs sous labour de conservation produit un changement de la flore existante, en favorisant ainsi certaines espèces, dont les espèces vivaces. En Aragon, dans une enquête régionale sur le semis direct, les principaux problèmes rencontrés par l'agriculteur avec cette technique concernent la lutte contre les mauvaises herbes, plus de la moitié des enquêtés estimant que c'était là le plus grand inconvénient. Ce fait a été mis en évidence également lorsque l'on a demandé la raison pour laquelle ils avaient cessé de réaliser le semis direct, car plus d'un tiers des enquêtés ont dit que s'ils avaient décidé d'abandonner cette technique de culture, c'était à cause de l'envahissement des mauvaises herbes (Pérez Berges, 1998).

L'inversion de la flore

La lutte contre les mauvaises herbes, le couvert et l'inversion de la flore peuvent devenir un problème grave dans certains systèmes d'AC (normalement chez les plus puristes du non labour absolu), surtout si aucun expert ne nous conseille. Les mauvaises herbes annuelles doivent être contrôlées lorsqu'elles sont petites, en utilisant des matières actives, des doses et une application adéquates ; les plantes vivaces font l'objet d'un traitement différencié selon les espèces, mais l'idéal est de maintenir les populations à un faible niveau, si possible en dessous du seuil économique. Pour éviter l'inversion de la flore, l'idéal est de faire une rotation des cultures, de ne pas utiliser la même matière active toutes les années, de labourer superficiellement de temps en temps et d'être bien conseillé (Navarro, 2003).

En semis direct il se produit une évolution de la flore de mauvaises herbes. En premier lieu il se produit une sélection d'espèces, en petit nombre, qui ne sont pas bien contrôlées par l'herbicide de contact employé en pré-semis. En deuxième lieu, il se produit une sélection d'espèces qui préfèrent végéter dans des sols peu modifiés par l'homme, et ainsi certaines espèces rudérales se voient favorisées, comme le brome (*Bromus* spp.). Cette espèce ne supporte pas l'enfouissement de ses semences, qui se dégradent rapidement, mais si on les laisse en surface, ce qui est le cas en semis direct, elles germent et s'enracinent facilement. Ceci ne serait pas un grand problème s'il y avait suffisamment d'outils herbicides sélectifs pour les céréales d'hiver efficaces contre le brome.

Ces changements de la flore adventice ne sont pas nouveaux, et ce système de culture n'est pas le seul à les provoquer, et de fait toute intervention de l'homme, de façon continue, conduit à une "spécialisation de la flore", par exemple en sélectionnant des espèces qui forment des rosettes si l'on fait des fauches périodiques des mauvaises herbes chez les cultures fruitières ou si l'on emploie toujours des herbicides contre plantes "à feuille large" chez les céréales d'hiver, favorisant ainsi un changement vers la prépondérance des mauvaises herbes graminées, semblables aux céréales quant à leur morphologie et leur cycle, ce qui rend leur contrôle difficile.

La pression sur la flore, avec des traitements continus au glyphosate, ne semblent pas modifier la biodiversité des mauvaises herbes, bien qu'il y ait variation de la fréquence d'apparition de différentes espèces (Leguizamón *et al.*, 2003).

Causes de l'inversion de la flore

Les mauvaises herbes répondent au milieu. Le non labour réduit les racines et la rupture des dormances, augmente l'humidité du sol et diminue la température, et tous ces changements induisent un changement du nombre et du type de mauvaises herbes (Nalewaja, 2001).

L'inversion de la flore, due au fait d'effectuer un semis direct, de façon continue, est liée à :

(i) La distribution verticale du stock de semences. En semis direct les semences des mauvaises herbes produites lors d'une année, restent dans la partie supérieure du profil du sol, et se trouvent en conditions de germer, tandis que si l'on avait enfoui les semences elles ne germeraient pas cette même année, et certaines d'entre elles se dégraderaient dans l'intervalle de temps.

(ii) Dans le cas du labour conventionnel les semences des mauvaises herbes sont distribuées dans tout le profil du sol tandis qu'en non labour elles sont stratifiées, et un plus grand nombre de ces semences restent dans la zone superficielle. Cependant le nombre total de semences dans le profil du sol reste en général invariable (Hoffman *et al.*, 1998).

(iii) La taille des semences. Les semences de petite taille seront les plus favorisées car elles restent dans la partie supérieure du sol par rapport à celles de plus grande taille. Certaines des espèces favorisées par le semis direct ont des semences petites qui sont dispersées par le vent comme *Lactuca serriola* ou *Conyza canadensis* (Young et Thorne, 2004).

L'augmentation possible d'espèces graminées par rapport aux dicotylédones peut être attribuée plutôt à l'effet d'une utilisation incorrecte d'une stratégie de contrôle avec des herbicides sélectifs, qu'au fait de mettre en place un système ou un autre de conduite du sol. On peut dire à peu près la même chose pour certaines espèces vivaces, dont l'augmentation en semis direct serait plutôt due à un traitement pendant une période non adéquate, à une faible dose ou à un mauvais choix des herbicides.

Espèces problématiques en semis direct

Dans le Tableau 1 figurent les tendances pour les populations de différentes espèces si l'on fait un semis direct de façon continue, par rapport aux systèmes où il y a retournement du sol.

En caractères gras figurent les espèces présentes dans les céréales d'hiver de la Vallée Moyenne de l'Èbre, tandis que les autres sont les espèces qui correspondent aux cultures d'été.

Un grand nombre de travaux ont été menés en Espagne pour vérifier l'évolution de la flore adventice en fonction du système de labour, et on a trouvé certaines espèces très adaptées au non labour comme *Portulaca oleracea* (Verdú et Mas, 2005), *Anthemis arvensis*, *Galium aparine*, ou *Lolium rigidum* (Dorado *et al.*, 2005) ou très adaptées aux travaux du sol comme *Diploaxis erucoides* (Verdú et Mas, 2005) ou *Polygonum aviculare* (Dorado *et al.*, 2005).

En Aragon les problèmes qui se sont le plus accrus, selon une enquête réalisée auprès des agriculteurs, sont le Brome (*Bromus ssp.*), ainsi que *Lolium rigidum*, *Avena ssp.* et *Alopecurus myosuroides* (Pérez Berges, 1998), et pendant ces dernières années est apparu *Vulpia myuros* (CPV, 2005).

La présence du brome dans des parcelles de semis direct, dans les cultures de blé, *peut être contrôlée* avec le sulfosulfuron, herbicide spécifique pour ce problème.

Parfois, avec un traitement herbicide en post-récolte, on peut changer la tendance de certaines de ces espèces, comme dans le cas de *Salsola kali* (Young et Thorne, 2004).

Il existe certaines espèces comme *Avena sterilis* ou *Papaver rhoeas*, qui sont les plus courantes chez les céréales d'hiver en Espagne, qui n'ont pas montré de changements de comportement en fonction du type de labour, et il faudra donc les contrôler indépendamment du système de labour employé (Fernández-Quintanilla, 2002).

Tableau 1. Espèces favorisées et espèces non favorisées par le labour de conservation (adapté de García Torres et González Fernández, 1997)[†]

| Augmentation de population | Diminution de population |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Alopecurus myosuroides</i> | <i>Abutilon theophrasti</i> |
| <i>Amaranthus spp.</i> | <i>Sinapis arvensis</i> |
| <i>Bromus spp.</i> | <i>Anagallis arvensis</i> |
| <i>Cardaria draba</i> | <i>Stellaria media</i> |
| <i>Cirsium arvensis</i> | <i>Atriplex patula</i> |
| <i>Cirsium vulgare</i> | <i>Xanthium strumarium</i> |
| <i>Conyza canadensis</i> | <i>Avena fatua</i> |
| <i>Ecballium elaterium</i> | |
| <i>Lolium rigidum</i> | <i>Capsella bursa-pastoris</i> |
| <i>Malva ssp.</i> | |
| <i>Phalaris spp.</i> | |
| <i>Poa annua</i> | <i>Fumaria officinalis</i> |
| <i>Portulaca oleracea</i> | |
| <i>Salsola kali</i> | |
| <i>Taraxacum officinalis</i> | <i>Raphanus raphanistrum</i> |
| <i>Vulpia myuros</i> | |

[†]Caractères gras : espèces présentes dans les céréales d'hiver ; caractères normaux : espèces présentes dans les céréales d'été.

Risque d'apparition d'espèces résistantes aux herbicides

Un des changements produits par l'utilisation habituelle d'un même herbicide sur une même parcelle, et qui est tout simplement un cas spécial d'inversion de flore, est l'apparition possible de populations résistantes à cet herbicide ou aux herbicides ayant le même mode d'action.

Indépendamment des herbicides employés en pré-levée, les autres herbicides employés en semis direct sont semblables à ceux du labour conventionnel, avec prédominance pour les céréales d'hiver des produits anti-graminées (fops et dims), des sulfonilurées, des urées substituées et des produits hormonaux. Ces derniers, ainsi que les premiers, sont ceux qui posent le plus de problèmes de résistance aux distributeurs et techniciens de ATRIAAs (Associations pour Traitements Intégrés en Agriculture) d'Aragon (Zaragoza *et al.*, 2005).

Leur risque d'apparition est semblable, que ce soit dans les champs sous semis direct et dans les champs cultivés selon un autre système de conduite, en ce qui concerne les herbicides sélectifs des cultures. Comme exemple, dans le Tableau 2 (Heap, 2005) figurent les cas décrits en Espagne de certains écotypes de mauvaises herbes où l'on a rencontré une résistance à un type d'herbicide.

Cependant en semis direct, en utilisant peu de matières actives (principalement glyphosate et glufosinate) comme herbicides de contact en pré-semis, le risque peut augmenter car il y a une forte pression de sélection avec peu d'alternatives.

Tableau 2. Espèces pour lesquelles on a trouvé des écotypes résistants aux herbicides en Espagne

| Espèce | Année | Mode d'action de l'action de l'herbicide |
|---------------------------------|-------|---|
| <i>Alisma plantago-aquatica</i> | 2000 | Inhibiteurs de l'ALS |
| <i>Alopecurus myosuroides</i> | 1991 | Urées et amides |
| <i>Amaranthus albus</i> | 1987 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Amaranthus blitoides</i> | 1986 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Amaranthus cruentus</i> | 1989 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Amaranthus hybridus</i> | 1985 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 1986 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Bromus tectorum</i> | 1990 | Urées et amides |
| <i>Bromus tectorum</i> | 1990 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Chenopodium album</i> | 1987 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Conyza bonariensis</i> | 1987 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Conyza bonariensis</i> | 2004 | Glycines |
| <i>Conyza canadensis</i> | 1987 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Cyperus difformis</i> | 2000 | Inhibiteurs de l'ALS |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | 1992 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Lolium rigidum</i> | 1992 | Inhibiteurs de l'ACCCase et urées et amides |
| <i>Lolium rigidum</i> | 1992 | Inhibiteurs de l'ACCCase |
| <i>Lolium rigidum</i> | 1992 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Panicum dichotomiflorum</i> | 1981 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Papaver rhoeas</i> | 1993 | Inhibiteurs de l'ALS et hormonaux |
| <i>Polygonum lapathifolium</i> | 1991 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Setaria faberi</i> | 1987 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Setaria glauca</i> | 1987 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Setaria verticillata</i> | 1992 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Setaria viridis</i> | 1987 | Inhibiteurs du PS II |
| <i>Solanum nigrum</i> | 1987 | Inhibiteurs du PS II |

Malgré le fait que le groupe des glycines soit considéré comme étant à faible risque d'apparition de résistances (Avcare, 2004), on a détecté des écotypes de mauvaises herbes résistants au glyphosate dans divers pays et sur plusieurs écotypes de différentes mauvaises herbes (Tableau 3), dont certaines sont courantes dans les céréales de la Vallée de l'Ebre. Jusqu'à cette date, en Espagne, on a uniquement trouvé une résistance au glyphosate chez une espèce, *Conyza bonariensis*, dans des parcelles en non labour dans des oliveraies de l'Andalousie (Urbano *et al.*, 2005).

Mesures visant à éviter l'apparition de problèmes spécifiques de mauvaises herbes en semis direct

Les mesures proposées sont principalement des mesures préventives, c'est-à-dire évitant l'apparition du problème ; si le problème apparaît il faut le déceler le plus tôt possible et appliquer des mesures spécifiques de contrôle, pouvant obliger à effectuer de petits labours qui n'empêchent pas de laisser des résidus en surface, par exemple avec des passages de cultivateur à une vitesse élevée (Hanna *et al.*, 2000).

Tableau 3. Espèces ayant des écotypes résistants au glyphosate (HEAP, 2005)

| Espèce | Pays | Année |
|--------------------------------|---|--------------------|
| <i>Amaranthus palmeri</i> | USA (Géorgie) | 2005 |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> | USA (Missouri) | 2004 |
| <i>Conyza bonariensis</i> | Afrique du Sud | 2003 |
| | Espagne | 2004 |
| <i>Conyza canadensis</i> | USA (plusieurs états) | 2000 |
| <i>Eleusine indica</i> | Malaisie | 1997 |
| <i>Lolium multiflorum</i> | Chili, Brésil, USA | 2001,2003,2004 |
| <i>Lolium rigidum</i> | Australie (Victoria) Australie (Nouvelle-Galles du Sud) | 1996, 1997 1998 |
| | USA (Californie) | 2000 |
| | Australie (Sud de l'Australie) | 2002, 2003 |
| | Afrique du Sud | |
| <i>Plantago lanceolata</i> | Afrique du Sud | 2003 |

On doit aller fréquemment aux champs pour voir quelles sont les mauvaises herbes présentes, les identifier, voir s'il y a une espèce dont la fréquence augmente, et vérifier l'efficacité des mesures de contrôle. Si l'on prend la décision de faire un traitement herbicide, il est nécessaire de le faire correctement, en choisissant la substance active appropriée pour le moment et le problème ; effectuer l'application avec un équipement en bon état (propreté, calibrage) et selon les conditions adéquates concernant l'environnement, la vitesse de traitement, la hauteur de la barre, la pression et l'épandage de liquide. Les traitements doivent être effectués au moment où les mauvaises herbes sont le plus sensibles, en général pendant les premiers stades de développement.

Il est nécessaire de combiner l'emploi d'herbicides et de ne pas répéter les applications d'herbicides ayant le même mode d'action. Ne pas faire inutilement des traitements herbicides. Appliquer des herbicides spécifiques uniquement dans les terrains où apparaissent des problèmes ponctuels causés par une mauvaise herbe.

On doit nettoyer avec grand soin les outils de récolte, les moissonneuses, car c'est l'une des principales voies d'entrée des propagules de mauvaises herbes. Il est nécessaire d'employer du matériel végétal indemne de semences de mauvaises herbes, en particulier s'il s'agit de semences d'individus ayant survécu aux traitements de l'année précédente.

En faisant varier la pression de sélection sur les communautés de mauvaises herbes, en employant une rotation appropriée graminée/dicotylédone, en changeant la date de semis, la densité de semis et le mode d'action des herbicides employés, on peut diminuer la difficulté de la lutte contre les mauvaises herbes et le risque d'apparition d'espèces résistantes aux herbicides (Derksen *et al.*, 2002). Un autre outil potentiel pour la lutte contre les mauvaises herbes dans les rotations blé/maïs en semis direct est l'emploi de légumineuses annuelles comme couverture entre cultures (Fisk, 2001).

Finalement, si la pratique du semis direct entraîne des problèmes de mauvaises herbes qui peuvent être résolus avec un travail du sol, il faut être suffisamment souple pour le faire, de façon ponctuelle, pour éviter d'autres inconvénients majeurs (Fernández Quintanilla *et al.*, 2005).

Références

- Avcare (2004). *Herbicide Resistance Management Strategies Developed by the Avcare Herbicide Resistance Management Group and Industry*. Camberra (Australia), 20 pp.
- CPV (2005). *Boletín Fitosanitario de Avisos e Informaciones*, No. 13. Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón. 4 pp.

- Derksen, D.A., Anderson, R.L., Blackshaw, R.E. et Maxwell, B. (2002). Weed dynamics and management strategies for cropping systems in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 94: 174-185.
- Dorado, J., López-Fando, C. et del Monte, J.P. (2005). Evolución de la flora arvense en un suelo semiárido bajo diferentes sistemas de laboreo de conservación. Dans : *Malherbología Ibérica y Magrebí : Soluciones comunes a problemas comunes*, Cap. 53, pp. 351-356.
- ECAF (2005). Site web de la Fédération Européenne d'Agriculture de Conservation : <http://www.ecaf.org> (consulté le 3 novembre 2005).
- Fernández-Quintanilla, C. (2002). Nuevos riesgos de las malas hierbas en cultivos de cereales de invierno bajo laboreo de conservación. Dans : *II Jornadas Internacionales sobre siembra directa*, Albacete (Espagne), septembre 2004.
- Fernández-Quintanilla, C., Dorado, J., Leguizamón, E. et Navarrete, L. (2005). Manejo de malas hierbas en agricultura de conservación. Dans : *Actes du International Congress on Conservation Agriculture*, Córdoba (España), 9-11 novembre 2005 (sous presse).
- Fisk, J.W., Hesterman, O.B., Shrestha, A., Kells, J.J., Harwood, R.R., Squire, J.M. et Sheaffer, C.C. (2001). Weed Suppression by Annual Legume Cover Crops in No-Tillage Corn. *Agronomy Journal*, 93: 319-325.
- García Torres, L. et González Fernández, P. (eds) (1997). *Agricultura de Conservación: Fundamentos Agronómicos, Medioambientales y Económicos*. Ed. AELC/SV, Córdoba, Espagne, 372 p.
- González, E., Holgado, A., Martínez, A. et Gómez, M. (2005). Situación actual de la agricultura de conservación en Europa. *Vida Rural*, No. 214: 21-26.
- Hanna, H.M., Hartler, R.G. et Erbach, D.C. (2000). High speed cultivation and banding for weed management in no-till corn. *Applied Engineering in Agriculture*, 16(4): 359-365.
- Heap, I. (2005). Dans : <http://www.weedscience.org/in.asp> (consulté le 2 novembre 2005).
- Hernanz, J.L. (2003). El laboreo de conservación en la agricultura sostenible: la misión de los residuos. *Terralia*, 36: 40-49.
- Hoffman, M.L., Owen, M.D.K. et Buhler, D.D. (1998). Effects of Crop and Weed Management on Density and Vertical Distribution of Weed Seeds in Soil. *Agron. J.*, 90: 793-799.
- Leguizamón, E.S., Lewis, J.P., Ferrari, G., Contigiani, A., Bodrero, J.P., Torres, P.S., Zorza, E., Daita, F. et Sayago, F. (2003). Efecto de la presión de selección del sistema de siembra directa sobre las comunidades de soja de tres áreas de la región pampeana Argentina. Dans : *IX Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, pp. 118-122.
- Pérez Berges, M. (1998). Encuesta regional sobre la siembra directa. *Informaciones Técnicas*, No. 52. Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón, 8 pp.
- Nalewaja, J.D. (2001). Weeds and Conservation Agriculture. Dans : *I World Congress on Conservation Agriculture*, Madrid (Espagne), 1-5 octobre 2001. Ed. CAEF-FAO, Madrid, pp. 191-200.
- Navarro, E. (2003). El futuro de la agricultura de conservación: producir conservando. *Vida Rural*, 173, septembre 2003.
- Urbano, J.M., Borrego, A., Torres, V., Jiménez, C., León, J.M. et Barnes, J. (2005). Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) in Spain. Dans : *2005 Weed Science Society of America Meeting Abstracts*, Abstract 118.
- Verdú, A.M.C. et Mas, M.T. (2005). Tillage effects on the diversity of the surface soil seed bank in a 4-year winter crop rotation. Dans : *Proceedings 13th EWRS Symposium*, Bari (Italie), 20-23 juin 2005.
- Young, F.L. et Thorne, M.E. (2004). Weed-species dynamics and management in no-till and reduced-till fallow cropping systems for the semi-arid agricultural region of the Pacific Northwest, USA. *Crop Science*, Vol 23:11: 1097-1110.
- Zaragoza, C., Cirujeda, A., Fernández-Cavada, S. et Aibar, J. (2005). La transferencia tecnológica en el manejo de las resistencias a herbicidas. Dans : *Actes du XVI Symposium Internacional Phytoma-España: Problemática Actual de las Resistencias en Cultivos Mediterráneos : El Manejo de las Resistencias a Fungicidas, Herbicidas e Insecticidas*, Valencia (Espagne), 16-17 novembre 2005.