

Système de production de cultures fourragères en semis direct dans la zone de la Seu d'Urgell, à Lleida, en Espagne

Xanxo L., Solans A., Cantero-Martínez C.

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 27-36

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

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=6600082>

To cite this article / Pour citer cet article

Xanxo L., Solans A., Cantero-Martínez C. **Système de production de cultures fourragères en semis direct dans la zone de la Seu d'Urgell, à Lleida, en Espagne.** In : Arrue Ugarte J.L. (ed.), Cantero-Martínez C. (ed.). *Troisièmes rencontres méditerranéennes du semis direct*. Zaragoza : CIHEAM, 2006. p. 27-36 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 69)



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

Système de production de cultures fourragères en semis direct dans la zone de la Seu d'Urgell, à Lleida, en Espagne

L. Xanxo*, A. Solans*, C. Cantero-Martínez**

*Cooperativa Pirenaica de la Seu d'Urgell, C. Sant Ermengol 48, 25700 Lleida, Espagne
email : xanxo@lleida.net

**Universitat de Lleida, Avda. Rovira Roure 191, 25198 Lleida, Espagne
email : carlos.cantero@pvcf.udl.es

RESUME – Le système de production de cultures fourragères s'est intensifié pendant les 10 dernières années dans la zone de l'Alt Urgell. Une rotation des cultures basée sur le maïs et une culture fourragère d'hiver (triticale, seigle et raygrass) a été établie en système de non labour et semis direct, qui permet une plus grande flexibilité de plantation, adapte le cycle des cultures à la saison et permet la conservation du sol et de la matière organique du sol. Le système de non labour et semis direct a été développé de façon satisfaisante sans problèmes pour toutes les cultures. Les études concernant la fertilisation et la combinaison de rotation de nouvelles cultures permettront d'appliquer ces techniques à l'avenir pour garantir la durabilité de tout le système.

Mots-clés : Cultures fourragères, non labour, semis direct, rotation des cultures, fertilisation.

SUMMARY – "A forage crop producing system under direct seeding in the Seu d'Urgell area, Lleida, Spain". The forage crop producing system has been intensified over the past 10 years in the L'Alt Urgell area. A crop rotation system based on maize and a winter forage crop (triticale, rye and ryegrass) has been established under no tillage-direct drilling resulting in more planting flexibility, and better matching of the crop cycle to the season and soil and soil organic matter conservation. No tillage-direct drilling has been satisfactorily developed for all crops without problems. Studies on fertilization and new crop rotation combination will be implemented in the future to guarantee the sustainability of the whole system.

Keywords: Forage crops, no tillage, direct drilling, crop rotation, fertilization.

Introduction

L'Alt Urgell (1450 km²) se trouve dans la partie centre-orientale des Pyrénées dans la Catalogne et à proximité de la principauté d'Andorre. Il s'agit d'un nœud de communications important dans la zone nord de la Catalogne, permettant le passage en Andorre et en France.

Cette contrée possède un relief assez abrupt, et peut être divisée en deux parties distinctes : une vaste plaine alluviale sur la rive du Segre (affluent du fleuve Ebre) située à une altitude moyenne de 700 m ; et les montagnes pyrénéennes et pré-pyrénéennes qui l'entourent. Les matériaux qui forment les sols sont dérivés de roches siliceuses (granits et ardoises) et proviennent de masses calcaires du secondaire et d'autres roches de sédimentation du tertiaire. C'est ainsi que nous pouvons trouver des sols ayant des caractéristiques différentes, mais qui sont tous en général peu profonds (de 30 à 50 cm), à texture loameuse, loameuse-sableuse et sableuse dans les zones proches des ravins et de la rivière principale. Quelques sols proches de la pente des montagnes ont des textures loameuses-argileuses. Le pH est basique ou moyennement basique et la matière organique dans la partie superficielle (10 cm) représente de 4 à 10% dû à l'accumulation de restes de végétation provenant des forêts naturelles et prés utilisés dans le système d'exploitation naturelle. Les niveaux de phosphore sont moyens ou élevés et les niveaux de potassium, sont cependant moyennement faibles.

Le climat méditerranéen continental présente néanmoins une pluviométrie moyenne annuelle de 650 mm dans la zone centrale de la plaine (La Seu d'Urgell), bien que pouvant atteindre 800 et 1000 mm dans les zones moyennes et hautes des montagnes qui l'entourent. La température et la pluviométrie varient largement et rapidement avec l'altitude qui peut aller jusqu'à 1200 m. La distribution pluviométrique est de type méditerranéen, avec 30-40% de la pluviométrie entre

septembre et décembre, et 30-40% pendant les mois de mars à juin, le reste étant distribué de façon très irrégulière pendant les mois d'hiver et d'été.

La végétation est très diverse dû aux conditions de climat et d'orographie et il existe des espèces des forêts méditerranéennes, des zones eurosibériennes et des hautes montagnes. Dans les zones non boisées prédomine une multitude d'espèces herbacées qui forment des prairies naturelles et des pâturages (Folch, 1981).

La population est faible (environ 20 000 habitants) et irrégulièrement distribuée selon les municipalités. La moitié réside dans la capitale de la contrée (La Seu d'Urgell). La densité de peuplement est d'environ 12-13 habitants au km². Uniquement 11-12% de la population est employée dans le secteur agricole, qui donne une valeur ajoutée économique de 8-10%.

Ce secteur agricole connaît depuis quelques années une transformation importante, avec une réduction du nombre d'exploitations qui doivent en outre intensifier leur production afin d'être rentables. Le nombre d'exploitations est d'environ 750. Une petite minorité d'entre elles ne possède pas de terres en propriété. La plupart sont des exploitations consacrées à l'élevage avec des terres de culture et uniquement 30% possèdent des terres sans faire de l'élevage. Il existe une certaine exploitation forestière, 45% de la surface étant gérés par l'Administration de la Catalogne (Sala et Armengol, 1998 ; IDESCAT, 2000).

Dans la zone cultivée, la surface irriguée est de 75%, le reste recevant uniquement l'eau pluviale. L'irrigation se fait majoritairement par inondation (80%) et le reste par aspersion après avoir effectué divers ouvrages pour moderniser et améliorer le système.

Système traditionnel d'exploitation agri-élevage

Le système agri-élevage de la contrée est basé sur la production de bovins laitiers pour la commercialisation des produits dérivés (lait, fromage et beurre).

Le lait produit est vendu à la Coopérative CADÍ, qui le transforme en fromage principalement. Le prix final du lait est fixé en fonction de critères qualitatifs tels que la matière grasse (%), la teneur en protéines (%), et les niveaux de cellules somatiques et de spores butyriques. La matière grasse et la teneur en protéines sont directement liées, entre autres, aux niveaux d'alimentation, tandis que les spores dépendent directement de la conservation des fourrages.

La taille moyenne d'une exploitation traditionnelle était de 35 vaches. En ce qui concerne l'élevage, la possibilité d'investissement est réduite, car la dimension de l'exploitation devient alors un facteur limitant. Par ailleurs, la génétique du cheptel des bovins laitiers a toujours permis un potentiel productif élevé.

Pour le maintien de ce système d'élevage, la production de fourrages a été la base alimentaire, avec production d'herbage (valorisé en vert, foin, pâturage et ensilage) dans les prés naturels et les prés ou prairies semés (luzerne, raygrass, dactyle et fétuque). Le système d'alimentation traditionnel séparait les fourrages et les concentrés, bien que certaines exploitations utilisaient leur propre système "Unifeed". Il existe des pâturages dans la limite supérieure de la forêt, qui servent à l'alimentation d'entretien pour les troupeaux d'ovins et bovins à viande.

Les prés et prairies se situent de préférence dans la zone proche de la rivière principale et des torrents et ravins latéraux. Ils sont irrigués par inondation, bien qu'actuellement ils aient été transformés en systèmes à irrigation par aspersion dans certains cas. La consommation d'eau pour une production maximale peut atteindre 7500 m³/ha sur 5 mois du cycle (avril à septembre). Pour la luzerne, la consommation est un peu moindre, environ 6500 m³/ha sur 5 mois du cycle (avril à septembre). Ces prés sont irrigués tous les 8 ou 10 jours. Il existe aussi des prés et prairies non irrigués. Dans les prairies naturelles prédomine un nombre assez divers d'espèces de graminées, légumineuses, avec d'autres familles végétales. Dans les prés et prairies semés prédominent la luzerne, le raygrass et des mélanges de ceux-ci avec le dactyle et la fétuque. Le semis est fait majoritairement au printemps (mars-avril) à des doses de 40 kg/ha.

La fertilisation est principalement organique avec des épandages de 30-60 t/ha de fumier provenant des exploitations de bovins, effectué pendant l'hiver. Dans certains cas on utilise des purins, si l'exploitation dispose de systèmes de nettoyage à grande eau, l'épandage se faisant en automne ou hiver. Dans les prairies naturelles, parfois, on fertilise avec des fertilisants minéraux (7-4-35) à des doses de 300 kg/ha. Après chaque coupe, on épand 50 UFN/ha sous forme de nitrate d'ammonium. Si la fertilisation organique est inférieure à 20 t/ha on épand un mélange d'engrais (7-4-35) avant la première coupe (février-mars) à des doses de 250 kg/ha. Pour la luzerne on n'apporte pas de fumier, ou bien en quantités inférieures à 25 t/ha. On épand en hiver 250 UFK sous forme de chlorure de potassium à 60% de richesse.

Dans le meilleur des cas on obtient des rendements maximaux annuels de 10 t MS/ha, fluctuant entre 5 et 10 t MS/ha. Le rythme de valorisation est de quatre coupes par an pour les prés et de cinq coupes pour la luzerne en irrigué. Dans les zones non irriguées on ne fait que deux ou trois coupes avec des rendements sensiblement plus faibles. Les premières coupes servent à faire du foin ou de l'ensilage, ce dernier surtout dans les zones irriguées (75%). Dans les zones non irriguées, le fanage atteint 50%. Pour ce faire, on coupe le fourrage avec des faucheuses et des broyeuses. Dans le cas du fanage, le foin est laissé dans le champ et ensuite mis en balles. Les dernières coupes sont faites par le coup de dent des animaux. Il existe aussi quelques exploitations qui utilisent l'herbage en vert ou brouté de façon continue.

Transformation du système de production

Système "d'Unifeed" collectif

Il y a 15 ans, il s'était avéré que le système d'alimentation traditionnel décrit était excessivement extensif. Ce système nécessitait de grandes quantités de supplément alimentaire à base de concentrés pour obtenir un niveau de production laitière rentable. L'achat de concentrés représentait un coût élevé et en outre il y avait de plus en plus perte d'autosuffisance et dépendance par rapport au marché extérieur. Cette situation s'était vue aggravée par la mise en place de quotas laitiers et par la réglementation de l'Union Européenne.

Pour pallier ces inconvénients, au début de l'année 1993, la Coopérative Pyrénéenne a encouragé l'adoption d'un système "d'Unifeed collectif". Selon ce système, la Coopérative préparait diverses matières alimentaires pour la nutrition des animaux et approvisionnait les exploitations de ses adhérents. L'objectif était d'augmenter la quantité et la qualité du lait en utilisant des ressources fourragères propres. Le changement était basé sur l'intensification de la production fourragère, selon un système permettant une plus grande autonomie et optimisant le potentiel agricole des terres de culture.

Rotation des cultures et semis direct

Pour mettre en place le système alimentaire collectif, à partir de 1994, on a entamé une rotation des cultures sous le nom de "double culture", avec du maïs fourrager (espèce d'été) en rotation avec des cultures fourragères d'hiver telles que le triticale, le seigle, l'orge, l'avoine, le raygrass, la vesce, etc. Ces fourrages étaient récoltés en vert et ensuite ensilés, constituant ainsi la base fourragère de "l'Unifeed". Dans le système proposé, le maïs est semé vers la mi-mai, après la récolte du fourrage d'hiver, et il est récolté à la fin septembre. Ensuite est semée la culture d'hiver, qui sera à son tour récoltée au mois de mai suivant.

Il va sans dire que cette rotation entraîne une certaine pression quant à l'utilisation de la terre, car il en découle la substitution des anciens prés et prairies de longue durée par ces espèces qui permettent de faire deux cultures chaque année. Ce système présuppose l'introduction du labour pour la préparation et l'ensemencement des parcelles, si l'on veut suivre une façon de faire traditionnelle. Cependant, dans le cadre de ce processus innovateur, on a étudié la possibilité de ne pas recourir aux systèmes conventionnels de labour intensif, en introduisant le semis sans travail du sol (semis direct).

Les avantages principaux de ce système sont que : (i) il permet de semer les espèces dans la rotation culture d'été - culture d'hiver avec une bien plus grande souplesse, et plus rapidement, avec de moindres frais d'implantation ; (ii) il évite les problèmes d'érosion découlant du labour d'un sol loameux et loameux-sableux et peu profond, qui est le sol caractéristique de ces zones ; et (iii) il permet de conserver les niveaux élevés de matière organique qui sont fondamentaux pour conserver la capacité potentielle de ces sols.

La culture du maïs fourrager

Le système de culture du maïs commence par le semis sans labour préalable entre le 10 et le 30 mai. La dose de semis est de 90 000 à 93 000 graines/ha (26 kg/ha). Auparavant, un traitement au glyphosate a été effectué à des doses de 3 à 7 l/ha. Les variétés de maïs qui sont utilisées sont de cycle FAO 250 à 300 après analyse des résultats d'essais réalisés dans la zone. Au début on a utilisé Novilis, Safaris et Bastan ; et actuellement on utilise d'autres comme Franki, Naudi, Eurostar. La fertilisation du maïs consiste à apporter les extractions de la culture en contrôlant les excès éventuels qui pourraient produire un lessivage de nitrates. On applique 70 UFN/ha avant le semis sous forme de mélange 7-4-35. Ensuite, lors de la pleine végétation, on épand de 75 à 100 UFN/ha en une ou deux fois (trois épandages en couverture dans le cas de la fertirrigation), avec une solution N32. L'engrais phosphoré et potassique est fait selon un mélange de 40 UFP/ha de superphosphate à 18% et 350 UFK/ha de chlorure de potassium à 60%, avant le semis du maïs. Pendant la culture, des traitements phytosanitaires sont effectués : application d'atrazine et d'alachlore en post-semis et pré-levée de la culture et des mauvaises herbes ; application d'herbicides de contrôle de mauvaises herbes à feuille large et étroite (principalement *Digitaria* sp. ; *Echinochloa crus-gallii*, *Amarantus* sp., *Abutilon theophrastii*), lors des stades du maïs entre 4 et 9 feuilles. Il n'y a pas, ou très peu, d'incidence de mineuses. Donc aucun traitement insecticide n'est réalisé, et on n'utilise pas non plus de variétés transgéniques. La récolte est mécanisée avec des faucheuses-broyeuses et le fourrage est directement transporté aux installations où il est rapidement ensilé.

Les rendements et le pourcentage de matière sèche du maïs comme culture principale de la rotation ont été obtenus lors d'une étude de contrôle de parcelles commerciales et de divers essais de variétés et de fertilisation azotée dans la zone de l'Alt Urgell (Fig. 1). Les données de 1996 correspondent à des moyennes de 96 ha. A partir de 1999 on a contrôlé plus de 300 ha chaque année, ce qui représente plus de 35% de la surface de cette culture dans la zone.

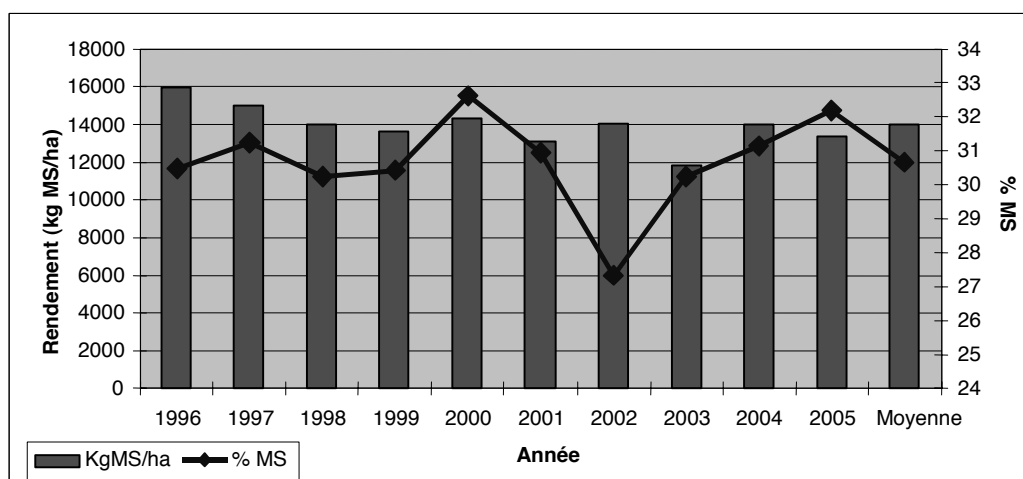


Fig. 1. Rendement (kg matière sèche/ha) et teneur en matière sèche (%) de la culture de maïs dans des parcelles commerciales et des essais expérimentaux entre les années 1996 et 2004 dans la contrée de l'Alt Urgell en semis direct.

On observe que le rendement moyen du maïs est de 13 950 kg de matière sèche par ha, avec une vaste fluctuation de 4000 kg/ha. Ainsi il y a des parcelles où l'on peut obtenir, certaines années,

jusqu'à 18 000 kg/ha de matière sèche. Lors des campagnes 2001 et 2003, la baisse de rendement a été principalement causée par la sécheresse extrême qui a sévi pendant les mois d'été. Le fourrage récolté est ensilé avec un pourcentage moyen de matière sèche de $31,0 \pm 3,86\%$. Le résultat de la campagne 2002 (27,42% MS) est dû à un été anormalement humide, avec des températures moyennes plus faibles que lors d'une année moyenne. La teneur en protéines brutes du fourrage de maïs plante entière se situe entre 6,41% et 7,49% (moyenne $7,01 \pm 0,66$), comme indiqué sur le Tableau 1 concernant les données obtenues dans un essai expérimental sur la fertilisation azotée en phase de végétation. Ceci équivaut à des niveaux d'azote total dans la plante entre 1,12% et 1,31%. Le pourcentage de phosphore et de potassium total du fourrage de maïs dans le même essai est de 0,22% et 1,11% respectivement.

Tableau 1. Composition en pourcentage des protéines brutes, azote, phosphore et potassium total dans un fourrage de maïs récolté pour ensilage lors d'un essai de fertilisation azotée en couverture (dose de N en UFN/ha) en 1998 dans la contrée de l'Alt Urgell en système de semis direct SD

Dose N	MS (kg/ha) [†]	PB ^{††} (%)	N total (%)	P total (%)	K total (%)
0	19633,99	6,44	1,12	0,23	1,12
50	20404,39	6,41	1,12	0,24	1,12
100	20893,36	7,29	1,27	0,23	1,16
150	21094,15	7,49	1,31	0,22	1,04
200	21012,22	7,47	1,31	0,21	1,12

[†]Matière Sèche.

^{††}PB : Protéine Brute.

La culture des espèces d'hiver

Suite à la fauche du maïs, on sème l'espèce fourragère d'hiver habituelle pendant le mois d'octobre. Après plusieurs années d'essais, il s'est avéré que les trois cultures principales qui ont le meilleur rendement sont le triticale, le seigle et le raygrass Westerwold. Dans cette zone on cultive également de l'orge, de l'avoine et de la vesce comme cultures fourragères d'hiver, mais moins régulièrement et avec des productions moyennes un peu plus faibles.

Pour le semis, on utilise le système de semis direct pour toutes les cultures, sans effectuer aucun type de labour de préparation au préalable. Auparavant on a réalisé un traitement au Glyphosate à des doses de 3 à 7 l/ha. Les doses de semis sont de 225–275 kg/ha pour le triticale, 210-250 kg/ha pour le seigle et 35-45 kg/ha pour le raygrass Westerwold. Les variétés utilisées sont dans le cas du triticale presque exclusivement la variété Trujillo et pour le seigle les variétés Petkus, Hacada, Recrut, Ràpid et Picasso. Les variétés de raygrass Westerwold sont Trinova, Vallivert, Campivert et Speedyl.

Entre la fauche du maïs et avant le semis, on épand du fumier de bovin à la dose de 40-55 t/ha. En phase de végétation de ces cultures (février-mars) on épand du fertilisant minéral à la dose de 50 UFN/ha sous forme de nitrate d'ammonium à divers pourcentages. Dans le Tableau 2 figure la richesse en unités fertilisantes pour les fumiers et purins des exploitations, que l'on a utilisés pour le calcul de la fertilisation.

Il n'y a pas de traitements phytosanitaires si la culture est utilisée pour faire du fourrage. Dans le cas du triticale et du seigle, s'ils sont utilisés pour le grain, on effectue un traitement herbicide de post-levée pour contrôler les mauvaises herbes à feuilles larges principalement. Ces cultures ne sont normalement pas irriguées, et ce n'est que pendant les années extrêmement sèches que l'on irrigue éventuellement jusqu'à trois fois. La fauche a lieu, en fonction de la culture et de l'année, entre le 1er et le 20 mai. La récolte est mécanisée avec des faucheuses-broyeuses, et le fourrage est directement transporté aux installations où il est rapidement ensilé, de même que dans le cas du maïs.

Tableau 2. Composition du fumier et du purin de 20 exploitations (plus de 60 échantillons) de production de bovins laitiers, pour des analyses réalisées en 2001, 2003 et 2004 dans la contrée de l'Alt Urgell

Type		MS (%)	C/N	MO (%)	kg NO/t	kg NM/t	kg N/t	kg P/t	kg K/t
Fumier	>6 mois	25,20	10,51	57,68	5,84	0,96	6,80	6,29	7,38
Fumier	<6 mois	19,58	11,48	65,87	4,41	1,29	5,70	4,25	5,17
Purin	Frais	4,40		52,52	1,09	1,20	2,29	1,74	2,10

MS : Matière Sèche ; C/N : Rapport carbone/azote ; MO : Matière organique ; NO : Azote organique ; NM : Azote minéral ; N : Azote total ; P : Phosphore total ; K : Potassium total.

Les rendements et le pourcentage de matière sèche des principales cultures d'hiver et des prés ont été obtenus à partir du contrôle de parcelles commerciales et de divers essais d'espèces fourragères d'hiver dans la zone de l'Alt Urgell. Les données entre 1997 et 2005 proviennent de moyennes de plus de 300 ha de parcelles commerciales contrôlées. On remarque que les rendements moyens (Fig. 2) sont de 6050, 6575 et 3580 kg/ha de matière sèche pour le triticale, le seigle et le raygrass Westerwold respectivement, avec des variations de ± 1500 kg/ha de matière sèche. Le fourrage récolté est ensilé avec un pourcentage moyen de 28-30% de matière sèche pour le triticale et le seigle (Tableau 3) et un peu moins, 20-24%, pour le raygrass Westerwold, la variation de ce paramètre étant plus forte surtout pour le fourrage de raygrass.

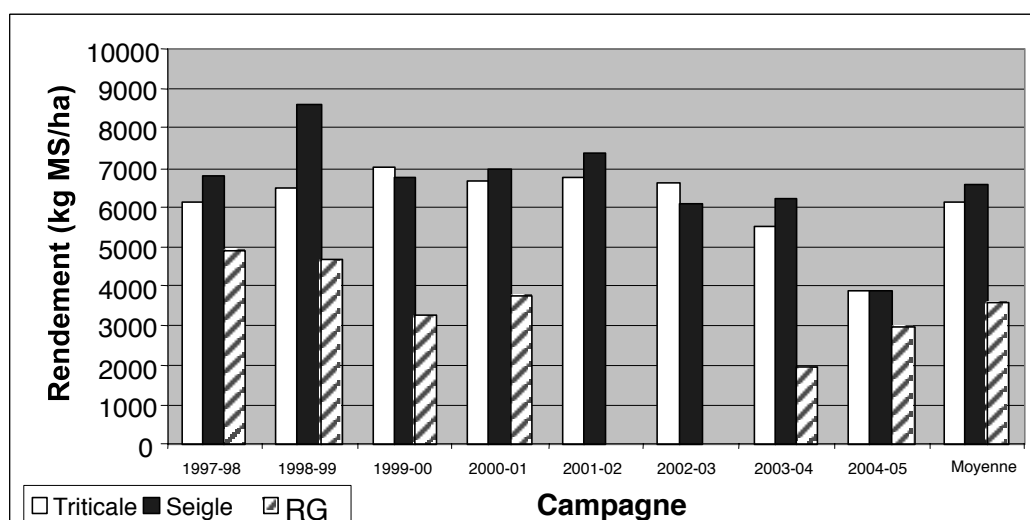


Fig. 2. Rendement (kg de matière sèche/ha) du triticale, seigle et raygrass pour fourrage dans des parcelles commerciales et des essais de production entre 1997 et 2005 dans la contrée de l'Alt Urgell en système de semis direct. Pour ces cultures il s'agit de productions totales en "double culture" et en rotation avec du maïs fourrager avec une production moyenne de 14 000 kg MS/ha.

Tableau 3. Composition en pourcentage de matière sèche (MS), protéine brute (PB), azote (N), phosphore (P) et potassium (K) total dans un fourrage de triticale et de seigle récolté pour ensilage lors d'un essai de production de fourrage en 1997-98 dans la contrée de l'Alt Urgell en système de semis direct SD

Culture	MS (kg/ha) [†]	PB ^{††} (%)	N total (%)	P total (%)	K total (%)
Triticale	7647	9,93	1,74	3,89	0,59
Seigle	8638	10,11	1,77	4,4	0,61

[†]Matière Sèche ; ^{††}PB : Protéine Brute.

Problématique et contraintes. Recherche de solutions

La transformation a produit une amélioration globale de la gestion économique de la zone. Après dix années d'utilisation du système, on peut conclure que l'on est parvenu à un développement optimal, les résultats étant clairement bénéfiques pour le système fourrage-élevage. Le semis direct dans la rotation culture d'hiver-maïs, n'a pas connu de problèmes dignes de mention. Toutes les cultures, maïs, triticale, seigle, orge, raygrass, etc. s'adaptent très bien au semis direct dans ces conditions. Toutefois, on a toujours tenu compte de la durabilité (agronomique, environnementale et économique) de la transformation. Pour cette raison, depuis le début on a prévu un contrôle expérimental en collaboration avec l'Université de Lleida et ainsi ont été menées des recherches et expérimentations sur différents aspects technologiques et environnementaux.

Dans le cas du maïs, il a été très important au début de déterminer quelles espèces et variétés étaient les plus appropriées, quelles dates de semis et de récolte, etc. pour une bonne production et qualité du fourrage par rapport au nouveau système de semis direct. Dans un essai réalisé en 1997 sur une parcelle expérimentale, et en analysant les productions de 61 parcelles contrôlées, on a observé qu'il existait des différences de rendement et de teneur en matière sèche entre les différentes variétés du maïs (Fig. 3), et par conséquent il est actuellement recommandé d'utiliser les variétés de cycle 250-300.

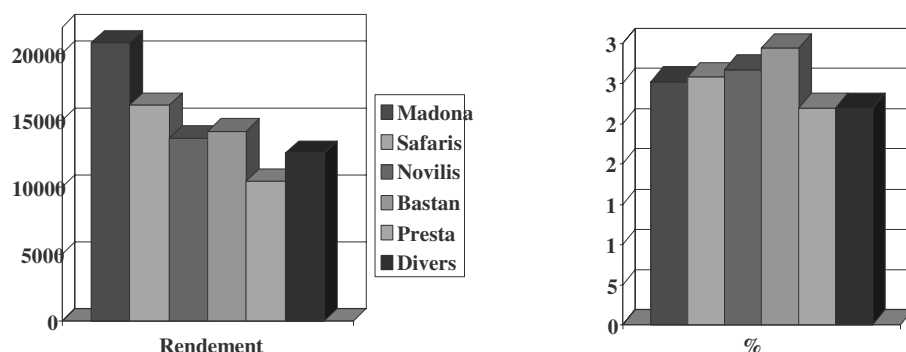


Fig. 3. Rendement (kg de matière sèche/ha) et pourcentage de matière sèche de la culture de maïs lors de la récolte de différentes variétés dans des essais de contrôle et des parcelles de producteurs en 1997 et 1998.

La date de semis est également très importante pour la culture du maïs. Pour les contrôles de plus de 60 parcelles de producteurs, lors des premières années, on a observé qu'un retard de cette date entraînait une réduction importante de rendement (Fig. 4A). Cependant ceci est dépendant de la fertilité des parcelles. Pour cette raison, on a divisé les parcelles selon trois niveaux de fertilité et lorsque l'on a analysé le rapport décroissant entre le rendement et le retard de la date de semis, on a remarqué un lien important dans le cas des parcelles à bonne fertilité, ce lien n'existant pas dans les parcelles à faible fertilité (Fig. 4B).

Les techniques de fertilisation, en particulier la fertilisation azotée et surtout pour le maïs, nécessitent une estimation adéquate des besoins et un contrôle des éventuels problèmes environnementaux, surtout dans ces sols peu profonds. Il y a quelques aspects qui font penser que la gestion des nutriments est un point important pour maîtriser la durabilité du système : (i) le système fourrager intensif a des besoins nutritifs élevés en N ; (ii) la production de fumier et de purin doit être considérée dans la gestion du système pour les recycler à l'intérieur de ce système ; et (iii) l'azote peut être un polluant direct des eaux.

Depuis 1999 on a contrôlé des parcelles commerciales de producteurs pour voir l'évolution des nitrates dans le sol. On a contrôlé des parcelles avec épandage et sans épandage d'engrais organique. On a observé comment les niveaux de nitrates dans le sol sont plus élevés lorsque l'on

applique une fertilisation organique. De plus on constate, malgré des fluctuations qui sont propres au cycle de culture, une constance des niveaux de nitrates dans le sol avec une légère tendance à l'augmentation (Fig. 5). Ceci nous amène à proposer une éventuelle réduction de la fertilisation azotée. En se basant sur un essai réalisé en 1998 pour observer la réponse à la fertilisation azotée en couverture (Fig. 6) on propose de la réduire, et pendant les prochaines années, on contrôlera des parcelles où sera effectuée une réduction de 50% de la fertilisation azotée en couverture du maïs.

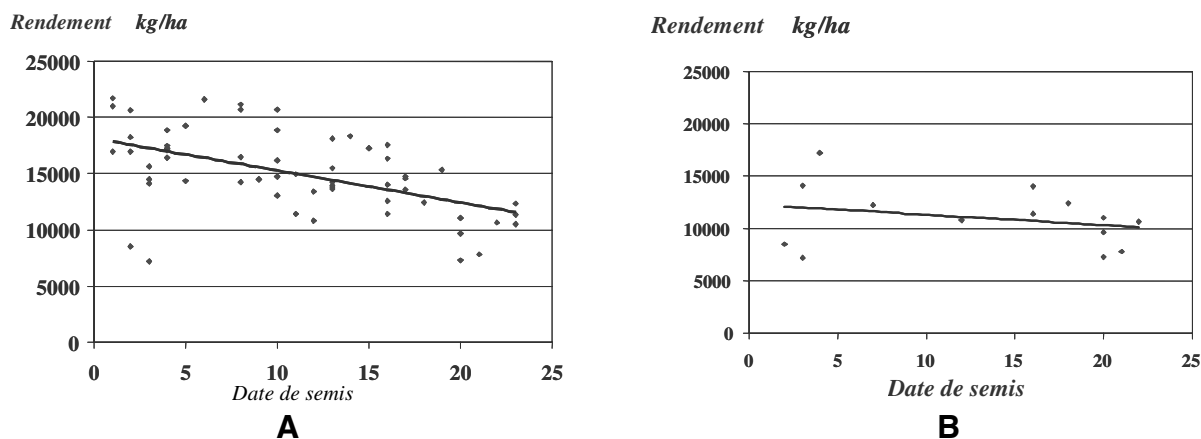


Fig. 4. A. Rendement (kg de matière sèche/ha) de la culture de maïs à la récolte, en fonction de la date de semis dans des parcelles, à haute fertilité, de producteurs. B. Rendement de la culture de maïs à la récolte, en fonction de la date de semis dans des parcelles de producteurs, en sélectionnant celles où la fertilité était faible. La date de semis montre les jours à partir du premier jour habituel de semis qui est le 5 mai.

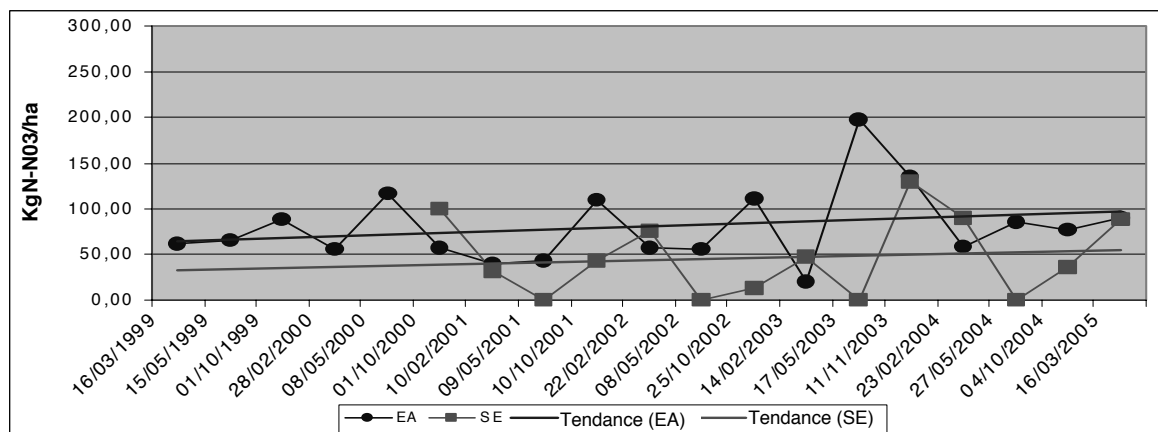


Fig. 5. Evolution de la teneur en azote minéral dans le sol (nitrates en kg N/ha) dans des champs commerciaux en rotation maïs – culture fourragère d'hiver (triticale, seigle) entre 1999 et 2005 dans la contrée de l'Alt Urgell en système de semis direct. (Prof. 30 cm). EA : avec fumier, champs où l'on épand l'équivalent de 300 kg N total/ha sous forme de fumier et 220 kg N minéral/ha pour les deux cultures, maïs et fourrage d'hiver. SE : sans fumier, champs où l'on épand uniquement 220 kg N minéral/ha pour les deux cultures, maïs et fourrage d'hiver.

Rendement (kg/ha)

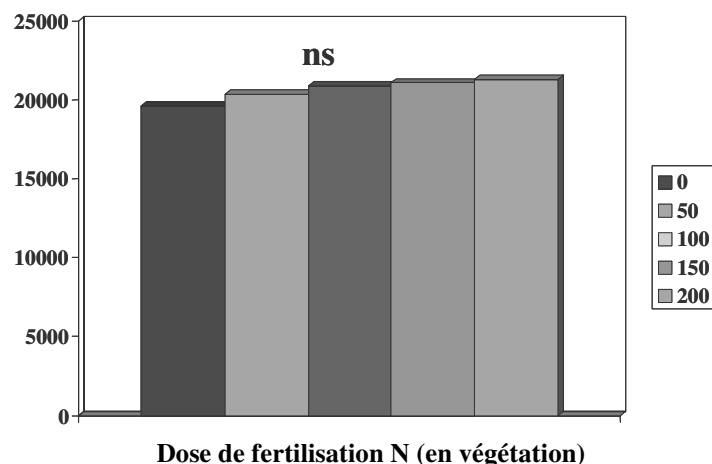


Fig. 6. Rendement du maïs (kg de matière sèche/ha) en réponse à la fertilisation azotée en couverture dans un essai en parcelle contrôlée en 1998.

Dans ce système également, l'emploi d'herbicides et de produits phytosanitaires peut avoir une importance à court ou moyen terme. L'apparition ou l'incidence de mauvaises herbes, maladies et ravageurs nouveaux lorsque l'on passe au système de semis direct, pourrait être un facteur limitant pour la durabilité à long terme du système. L'introduction du maïs a fait apparaître des mauvaises herbes nouvelles, qui n'étaient pas problématiques dans le système des prés. Dans le cas du maïs, on les contrôle de façon satisfaisante avec les herbicides traditionnels à base d'atrazine et d'alachlore. Néanmoins, à partir de 2007, l'atrazine sera interdite et par conséquent on a expérimenté sur de nouveaux produits à base d'alachlore, pendiméthaline, acifluorfen et isoxaflutol, qui ont donné des résultats satisfaisants et qui de plus ne produisent pas de résidus toxiques risquant ensuite d'être lessivés (Cornejo et Calderón, 2005).

Il n'y a pas eu d'effet notable des ravageurs. Lors de certaines années, des problèmes ont été causés par certains vers du sol (*Agriotes lineatus* et *Agriotes segetum*), mais les dégâts produits ne justifient pas de mettre en place des traitements préventifs, et il suffit de traitements curatifs à base de chlorpyrifos pour les contrôler lors des années où ils sévissent (Eizaguirre *et al.*, 2005).

La grande question est la durabilité à long terme du système de "double culture annuelle" en semis direct. L'intensité de culture dans ces systèmes agricoles, où l'on utilise un niveau élevé de fertilisants (organiques et minéraux) et de produits phytosanitaires (surtout herbicides) peut limiter les productions et peut dégrader le système lui-même. C'est pourquoi des études sont menées actuellement pour déterminer quels sont les cycles de rotation que l'on peut mettre en place. Pour cette proposition on considère indispensable d'envisager d'utiliser les prairies, les prés et la culture de luzerne pour une régénération des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des sols et de la production fourragère (en réduisant la consommation de produits phytosanitaires et d'engrais). La proposition de "double culture annuelle" avec rotation culture d'hiver-maïs a été envisagée suite à une valorisation maximale des subventions fixées dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC). A partir de 2006, cette réglementation a été modifiée, avec découplage partiel (à 75%) de l'obtention d'aides en faisant certaines cultures, et donc la stratégie à suivre est maintenant différente. La nouvelle proposition qui est actuellement à l'étude, et qui commence à être mise en place dorénavant, est celle de "double culture annuelle" pendant quatre années, pour ensuite revenir à la culture des prés et prairies semés et à la culture de luzerne pendant les quatre ou cinq années suivantes. Cette nouvelle approche permettra de réduire le rythme d'intensification et de limiter les intrants d'engrais et de produits phytosanitaires pour l'implantation du maïs. Ce système permettra de mieux contrôler les mauvaises herbes du maïs fourrager et d'avoir la possibilité d'introduire la luzerne dans la rotation avec de meilleures garanties de succès.

Conclusions

L'utilisation du semis direct dans le système fourrage-élevage de l'Alt Urgell a été pleinement satisfaisant pendant ces onze années de mise en œuvre.

Les avantages principaux du semis direct dans le cadre de ce système ont été la souplesse et la rapidité à l'heure de semer les espèces d'été et d'hiver, les bas coûts d'implantation, la réduction des problèmes d'érosion et la conservation des niveaux de matière organique dans les sols.

Le fait de cultiver en semis direct n'a pas donné lieu à des problèmes spécifiques. Les problèmes habituels de mauvaises herbes, et une légère incidence des ravageurs, sont contrôlés de façon satisfaisante par les moyens habituels.

La problématique majeure que doit affronter le système à moyen et long terme est la durabilité par rapport à la fertilisation azotée. Dans ces sols peu profonds à texture sableuse, l'épandage d'engrais organiques et de produits minéraux azotés pour maintenir la productivité du maïs comme culture principale peut causer des pertes par lessivage, ce qui augmente le risque de pollution. La fertilisation actuelle proposée par les techniciens est basée sur un bilan entre les entrées et les sorties connues. Si l'on calcule les entrées et sorties pour la rotation maïs-fourrage d'hiver on estime que le système est durable. Le système importe, sous forme de matériaux fertilisants organiques et minéraux, entre 200 et 250 kg de N/ha. Ici n'entrent pas en ligne de compte, car elles ne sont pas connues, la minéralisation de la matière organique stable du sol, ni la minéralisation du fumier lors des années ultérieures à son application. Les exportations (pour des productions moyennes de maïs, triticale et seigle) vont de 250 à 300 kg de N/ha.

On travaille actuellement pour mettre au point de nouveaux cycles de rotation avec des prés naturels et des prairies de luzerne pour régénérer et réduire dans le temps l'intensité du système.

Il est probable que les seuils supérieurs de production pour les cultures considérées dans la rotation ne pourront être accrus ni par des techniques culturales ni par de nouvelles variétés. Le travail technique devra se fonder sur le maintien durable du système, en incorporant une gestion optimisée de la fertilisation N-P-K, pour éviter les éventuels risques de pollution.

Références

- Cornejo, J. et Calderón, M.T. (2005). *Residuos de diferentes herbicidas formulados y aplicados en tres tratamientos en cultivo de maiz en la zona de Seo d'Urgell*. Informe Convenio Cooperativa Pirenaica - Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. IRNASE-CSIC, pp.17.
- Eizaguirre, M., Xanxo, L. et Pons, X. (2005). Importance and control of soil pest in silage maize in the highlands of the Pyrenees, north-east Spain. *Crop Protection*, 24: 549-555.
- Folch, R. (1981). *La vegetació dels Països Catalans*. Ed. Ketres, Barcelona.
- IDESCAT, Instituto de Estadística de Catalunya (2000). <http://www.idescat.es>.
- Sala, M. et Armengol, M.T. (1998). El sector primari a l'Alt Urgell. *Catalunya Rural i Agraria*, 51: 6-14.