

Producción sostenible de cultivos forrajeros bajo siembra directa en LLeida

La producción de sistemas forrajeros ha sido intensificada durante los últimos 10 años en la zona del Alto Urgell en el norte de la provincia de Lleida. Se ha buscado la sostenibilidad del sistema a través de las técnicas de Siembra Directa que posibilitan la realización de una rotación de dos cultivos al año. La Siembra Directa ha permitido el mantenimiento ambiental de los frágiles suelos del sistema y de la materia orgánica acumulada durante años anteriores por el sistema tradicional de prados.

Xanxo, L. ⁽¹⁾ **Solans, A.** ⁽¹⁾ **Cantero-Martínez, C.** ⁽²⁾



Siembra directa de triticale forrajero tras maíz forrajero para ensilar en La Seu d'Urgell. Lleida. Autor C. Cantero.

La comarca de L'Alt Urgell (1.450 km²) está situada en la parte centro-oriental de los Pirineos dentro de Cataluña y al lado del principado de Andorra. Esta zona tiene un relieve bastante abrupto y se distinguen principalmente dos partes: Una extensa llanura aluvial en la ribera del río Segre (afuente del río Ebro) y situada a una altitud media de 700 m; y las montañas Pirenaicas y Pre-pirenaicas que la rodean. Podemos encontrar suelos de distintas características, pero en general todos ellos suelen ser poco profundos (de 30 a 50 cm) y de textura franca, franco-arenosa y arenosa en las zonas cercanas a los barrancos y al río principal. El pH es básico o medianamente básico y la materia orgánica en la parte superficial (10 cm) es de 4 a 10 % debida a la acumulación de restos de vegetación provenientes de los bosques naturales y de los prados utilizados en el sistema de explotación natural. Los niveles de fósforo son de medios a altos y los de potasio, sin embargo, de medianamente bajos.

El clima es Mediterráneo continental con una pluviometría media anual en la zona central de la llanura (La Seu d'Urgell) de 650 mm, pero que puede ser hasta 800 y 1.000

mm en las zonas medias y altas de las montañas que la rodean. La temperatura y la pluviometría varían amplia y rápidamente con la altitud que puede ser de hasta 1.200 m.

Este sector agrícola se encuentra desde hace unos años en una transformación importante con una reducción del número de explotaciones que además tienen que intensificar su producción para obtener rentabilidad. El número de explotaciones está alrededor de las 750, y la mayoría son explotaciones ganaderas con tierras de cultivo y solo un 30% tienen tierras sin explotación ganadera. Hay actividad forestal y el 45% de la superficie está gestionada por la Administración de Cataluña (Sala y Armengol, 1998; IDESCAT, 2000)

En la zona cultivada la superficie de regadío es de un 75% y el resto no recibe aplicación de agua más que la procedente de la lluvia. El riego mayoritario es por inundación (80%) y el resto es por aspersión después de diversas obras para actualizar y mejorar el sistema.

Sistema tradicional de explotación agro-ganadero

El sistema agro-ganadero de la comarca se ha basado en la producción de vacuno de leche para la obtención de leche, queso y mantequilla. La leche producida se vende a la Cooperativa CADÍ, (<http://www.cadi.es>) que la transforma en queso principalmente.

El tamaño medio de una explotación tradicional era de 35 vacas y desde el punto de vista ganadero, la posibilidad de inversión es limitada, ya que el tamaño de la explotación se convierte en un factor limitante. Por otro lado, la genética de la cabaña de vacuno lechero siempre ha tenido un potencial productivo elevado.

Para el mantenimiento de este sistema ganadero la producción de forrajes ha sido la base alimenticia, a partir de prados naturales y prados o praderas sembradas (alfalfa, raygrás, dactilo y festuca), aprovechados en verde, heno, pastoreo y ensilado). El sistema de alimentación tradicional, separaba los forrajes y los concentrados, aunque existía alguna explotación que utilizaba un sistema de "Unifeed" propio.

Existen pastos supraforestales, que sirven de alimentación de mantenimiento para cabañas de ovino y vacuno de carne.

Los prados y praderas se sitúan preferentemente en la zona próxima al río principal y a los torrentes y barrancos laterales. Son regados por inundación, aunque actualmente se han transformado a sistemas de riego por aspersión. El consumo de agua para la producción máxima puede llegar a 7.500 m³ ha⁻¹ en 5 meses del ciclo (Abril a Septiembre). En alfalfa el consumo es un poco menor y está alrededor de 6.500 m³ ha⁻¹ en 5 meses del ciclo (Abril a Septiembre). Estos prados se riegan cada 8 a 10 días. También hay prados y praderas en secano. En los prados naturales predominan un número bastante diverso de especies de gramíneas, leguminosas, con algunas de otras familias. En los prados y praderas sembrados predominan la alfalfa, raigrás y mezclas de éstas con dactilo y festuca. La siembra se realiza mayoritariamente en primavera (Marzo-Abril) a dosis de 40 kg ha⁻¹.

La fertilización es en su mayoría orgánica y se realizan aplicaciones de 30-60 t ha⁻¹ de estiércol procedente de las explotaciones ganaderas de vacuno que se aplica durante el invierno. En algunos casos se utilizan purines, si la explotación dispone de sistemas de limpieza con mucha cantidad de agua, que se aplican en otoño o invierno. En praderas naturales, a veces, se fertilizan con fertilizantes minerales (7-4-35) a dosis de 300 kg ha⁻¹. Tras cada corte se aplican 50 UFN ha⁻¹ en forma de nitrato amónico. Si la fertilización orgánica es menor de 20 t ha⁻¹ se aplican mezclas de abonos (7-4-35) antes del primer corte (Febrero-Marzo) a dosis de 250 kg ha⁻¹. En la alfalfa no se aporta estiércol o en cantidades menores de 25 t ha⁻¹. Se aplican en invierno de 250 UFK en forma de cloruro potásico del 60 % de riqueza.

En el mejor de los casos se obtienen rendimientos máximos anuales de 10 t MS ha⁻¹, oscilando entre 5 y 10 t MS ha⁻¹. El ritmo de aprovechamientos o cortes es de cuatro al año para los prados y cinco para la alfalfa en el regadío. En las zonas de secano solo se dan dos o tres aprovechamientos con unos rendimientos sensiblemente más bajos. Los primeros aprovechamientos se henifican o se ensilan, sobre todo este último en zonas de regadío (75%). En los secanos la henificación alcanza el 50%. Para ello se corta el forraje con segadoras y picadoras. En caso de la henificación se deja en el campo y luego se embala. Los últimos aprovechamientos se hacen a diente. También hay alguna explotación que hace los aprovechamientos en verde y a diente de forma continua.

Transformación del sistema productivo

Sistema de “Unifeed” comunitario

Hace 15 años se vio que el sistema de alimentación tradicional descrito era excesivamente extensivo y necesitaba de grandes cantidades de suplemento alimenticio a base de concentrados para obtener los niveles lácteos productivos rentables. Esta situación se vio agravada por el establecimiento de cuotas lecheras y regulaciones dentro de la Unión Europea.

Para paliar estos problemas, a principios del año 1993, la

Cooperativa Pirenaica promovió la adopción de un sistema de “Unifeed comunitario”. Con dicho sistema la Cooperativa prepara diversas materias alimenticias para la nutrición de los animales y las suministra a las granjas de los socios. El objetivo era aumentar la cantidad y calidad lechera con los recursos propios forrajeros. El cambio se basó en la intensificación de la producción forrajera con un sistema de mayor autonomía que optimice el potencial agrícola de las tierras de cultivo.

Rotación de cultivos y siembra directa

Para implementar el sistema alimenticio comunitario, a partir de 1994, se inició una rotación de cultivos denominado de “doble cultivo” con maíz forrajero (especie de verano) en rotación con cultivos forrajeros de invierno como el triticale, el centeno, la cebada, la avena, el raygrás, la veza, etc. Estos forrajes se cosechan en verde y se ensilan dando la base forrajera de alimentación del “Unifeed”. En el sistema propuesto, el maíz se siembra a mediados de Mayo, a continuación de la recolección del forraje de invierno, y se cosecha a finales de Septiembre. A continuación se realiza la siembra del cultivo de invierno que se volverá a cosechar en el Mayo siguiente.

Este sistema suponía la introducción del laboreo para la preparación y siembra de las parcelas si se quería seguir un planteamiento tradicional. Sin embargo en este proceso innovador, se estudió la posibilidad de no utilizar los sistemas convencionales de laboreo intensivo y pasar a las siembras sin laboreo (Siembra Directa).

Las principales ventajas de la Siembra Directa en este sistema son que:

- 1- permite sembrar las especies en la rotación de cultivo de verano - cultivo de invierno con mucha más flexibilidad y en un tiempo más rápido y con menores gastos de implantación.
- 2- evita los problemas de erosión que se derivan del laboreo en un suelo franco y franco arenoso y poco profundo como es característico de estas zonas.
- 3- permite el mantenimiento de los altos niveles de materia orgánica que son fundamentales para conservar la capacidad potencial de estos suelos.

El cultivo del maíz forrajero

El sistema de cultivo del maíz comienza con la siembra sin laboreo previo entre el 10 y el 30 de Mayo. La dosis de siembra es de 90.000 a 93.000 semillas ha⁻¹ (26 kg ha⁻¹). Previamente se ha efectuado un tratamiento con glifosato a dosis de 3 a 7 l ha⁻¹. Las variedades de maíz que se utilizan, son de ciclo FAO 250 a 300 tras analizar los resultados de ensayos realizados en la zona. La fertilización en el maíz se basa en aportar las extracciones del cultivo controlando los posibles excesos que puedan producir lixiviación de nitratos. Se aplican 70 UFN ha⁻¹ previo a la siembra en forma de mezclas de 7-4-35. Posteriormente en plena vegetación se aplican de 75 a 100 UFN ha⁻¹ en una o dos veces (tres coberturas en caso

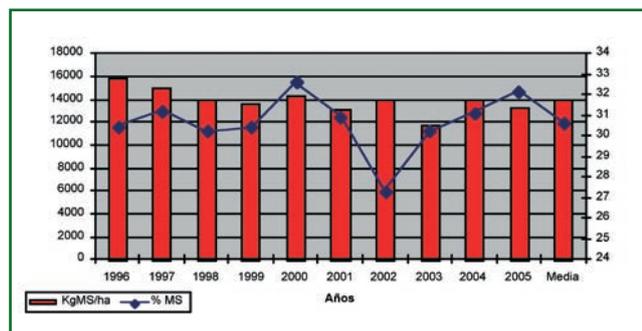


Figura 1. Rendimiento (kg materia seca ha⁻¹) y contenido de materia seca (%) del cultivo de maíz en parcelas comerciales y ensayos experimentales entre los años 1996 y 2004 en la comarca de l'Alt Urgell bajo siembra directa.

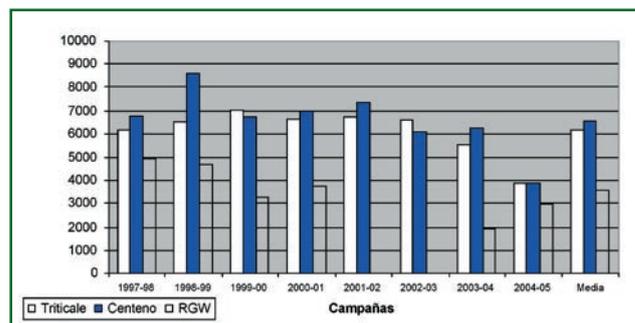


Figura 2. Rendimiento (kg de materia seca/ha) de triticale, centeno y raigrás para forraje en parcelas comerciales y ensayos de producción entre los años 1997 y 2005 en la comarca de l'Alt Urgell bajo sistema de siembra directa. Para estos cultivos son producciones totales en "doble cultivo" y rotación con maíz forrajero con una producción media de 14.000 kg MS/ha.

de fertirrigación), con solución N32. El abonado fosfórico y potásico se realiza con una mezcla de 40 UFP ha⁻¹ con superfosfato del 18 % y 350 UFK ha⁻¹ con cloruro potásico del 60 %, antes de la siembra de maíz. Durante el cultivo se realizan tratamientos fitosanitarios: aplicación de atrazina y alacloro en postsiembra y preemergencia del cultivo y de las malas hierbas; aplicación de herbicidas de control de hoja ancha y estrecha (principalmente *Digitaria sp.*; *Echinochloa crus galli*, *Amarantus sp.*, *Abutilon theophrasti*), en estadios del maíz entre 4 y 9 hojas. No hay o tiene una mínima incidencia el taladro. Por ello, ni se realizan tratamientos insecticidas, ni se utilizan variedades transgénicas. La recolección se realiza mecanizada con máquinas segadoras-picadoras y el forraje se transporta directamente a las instalaciones donde se procede a su rápido ensilado.

Los rendimientos y el porcentaje de materia seca del maíz como cultivo principal de la rotación se han obtenido en un estudio del control de parcelas comerciales y de diversos ensayos de variedades y de fertilización nitrogenada en la zona de l'Alt Urgell (**Figura 1**). Los datos de 1996 corresponden a medias de 96 ha. A partir de 1999 se controlan más de 300 ha cada año, que representan más del 35% de la superficie de cultivo de la zona.

Se observa que el rendimiento medio del maíz está en 13.950 kg de materia seca por ha, con una amplia oscilación de 4.000 kg ha⁻¹. Así hay parcelas en las que se puede obtener, en determinados años, hasta casi 18.000 kg ha⁻¹ de materia seca. En las campañas 2001 y 2003 el descenso del rendimiento fue producido principalmente por la sequía extrema que se sufrió en los meses estivales.

El forraje cosechado se ensila con un porcentaje medio de materia seca de 31,0 ± 3,86 %. El resultado de la campaña 2002 (27,42% MS), corresponde a un verano atípicamente húmedo, con temperaturas medias más bajas que un año promedio. La proteína bruta del forraje de maíz de toda la planta se encuentra entre 6,41 % y 7,49 % (media de 7,01 ± 0,66. Esto equivale a niveles de nitrógeno total en planta de entre 1,12% y 1,31%. El porcentaje de fósforo y potasio total en el forraje de maíz en el mismo ensayo es de 0,22% y 1,11% respectivamente.

El cultivo de las especies de invierno

Tras la siega del maíz se siembra la especie de forraje de invierno que suele realizar durante el mes de Octubre. Se ha determinado después de varios años de ensayos que los tres cultivos principales y de mayor rendimiento son el triticale, el centeno y el raigrás Westerwold. En la zona también se cultiva cebada, avena y veza como cultivos forrajeros de invierno de forma mucho menos regular y con producciones medias algo menores.

Para la siembra, se utiliza el sistema de siembra directa en todos los cultivos y no se realiza ningún tipo de laboreo preparatorio antes de la misma. Previamente se ha realizado un tratamiento con Glifosato a dosis de (3 a 7 l/ha). Las dosis de siembra son de 225–275 kg ha⁻¹ para el triticale, 210–250 kg ha⁻¹ en el centeno y 35-45 kg ha⁻¹ en el raigrás Westerwold. Las variedades utilizadas son en el caso del triticale se utiliza casi exclusivamente la variedad Trujillo y en centeno se utilizan las variedades Petkus, Hacada, Recrut, Ràpid y Picasso. Las variedades de raigrás Westerwold son Trinova, Vallivert, Campivert y Speedyl.

Entre la siega y antes de la siembra se aplica estiércol de vacuno a dosis de 40-55 t ha⁻¹. En vegetación de estos cultivos (Febrero-Marzo) se aplica fertilizante mineral a dosis de 50 UFN ha⁻¹ en forma de nitrato amónico de diversas riquezas.

No se realizan tratamientos fitosanitarios si el aprovechamiento es para forraje. En el caso del triticale y centeno si el aprovechamiento es para grano se realiza un tratamiento herbicida de post-emergencia para control de hoja ancha principalmente. Estos cultivos no se riegan habitualmente y sólo en los años extremadamente secos se pueden regar hasta tres veces. La siega se realiza, según el cultivo y año, entre el 1 y el 20 de Mayo. La recolección es mecanizada con máquinas segadoras-picadoras y el forraje se transporta directamente a las instalaciones donde se procede a su rápido ensilado de la misma forma que en el caso del maíz.

Los rendimientos y el porcentaje de materia seca de los principales cultivos de invierno y también de los prados se han obtenido del control de parcelas comerciales y de diversos ensayos de especies de forrajes de invierno en la zona de l'Alt Urgell. Los datos entre 1997 y 2005 corresponden a

medias de más de 300 ha de parcelas comerciales controladas. Se observa que los rendimientos medios (**Figura 2**) son 6.050, 6.575 y 3.580 kg ha⁻¹ de materia seca en triticale, centeno y raigrás Westerwold respectivamente, con variaciones de \pm 1.500 kg ha⁻¹ de materia seca. El forraje cosechado se ensila con un porcentaje medio del 28-30 % de materia seca en triticale y centeno y algo menos 20-24 % en raigrás Westerwold, existiendo mucha más oscilación de este parámetro sobre todo en el forraje del raigrás.

Problemática y limitaciones: investigación de soluciones

La transformación ha producido una mejora global en la gestión económica de la zona. Tras diez años de funcionamiento del sistema se puede concluir que se ha desarrollado óptimamente y los resultados son claros y muy beneficiosos para el sistema forrajero-ganadero. La siembra directa en la rotación cultivo de invierno-maíz no ha tenido problemas dignos de mención. Todos los cultivos, maíz, triticale, centeno, cebada, raigrás, etc. se adaptan muy bien a la siembra directa en estas condiciones. Sin embargo, se ha tenido siempre la preocupación de la sostenibilidad (agronómica, medioambiental y económica) de la transformación. Por ello se ha planteado desde el principio un control experimental y en colaboración con la Universitat de Lleida y se han ido realizando investigaciones y experimentos sobre diversos aspectos tecnológicos y medioambientales.

En el caso del maíz, fue muy importante en un principio, determinar qué especies y variedades eran las más adecuadas, qué fechas de siembra y recolección, etc. para una buena producción y calidad del forraje en base al nuevo sistema de siembra directa. En un ensayo realizado en 1997 en una parcela experimental y analizando las producciones de 61 parcelas controladas se observó como existían diferencias de rendimiento y de contenido de materia seca, por lo en la actualidad se recomiendan y utilizan las variedades de ciclo 250-300.

La fecha de siembra en el cultivo del maíz es también muy importante. En (introducir) los controles de más de 60 parcelas de productores en los primeros años se observó como el retraso de ésta representaba una reducción importante en el rendimiento (**Figura 4a**). No obstante esta relación es dependiente de la fertilidad de las parcelas. Por ello, se dividieron las parcelas en tres niveles de fertilidad y al analizar la relación decreciente entre el rendimiento y el retraso de la fecha de siembra se observó una alta relación en el caso de parcelas de elevada fertilidad, que no se daba en parcelas de baja fertilidad (**Figura 4b**).

Las técnicas de fertilización, especialmente la nitrogenada y sobre todo en el maíz, han requerido de una estimación adecuada de las necesidades y un control de posibles problemas medioambientales sobre todo en estos suelos poco profundos. Desde 1999 se han estado controlando parcelas de productores comerciales para ver la evolución de nitrato



Maíz sembrado con siembra directa tras prado natural en La Seu d'Urgell. Lleida. Autor C. Cantero.

tos en el suelo. Se han controlado parcelas con aplicación y sin aplicación de fertilización orgánica. Se observa como los niveles de nitratos en el suelo son mayores cuando se aplica fertilización orgánica. Además se observa, dentro de las oscilaciones propias del ciclo de cultivo, un mantenimiento de los niveles de nitratos en el suelo con una ligera tendencia de incremento. Esto hace proponer una posible reducción en la fertilización nitrogenada. Basándonos en un ensayo realizado en 1998 para observar la respuesta a la fertilización nitrogenada en cobertera se propone la reducción de la misma y para los próximos años se van a controlar parcelas en las que se realizará una reducción del 50% en la fertilización nitrogenada de cobertera en el maíz.

Asimismo en este sistema, el uso de herbicidas y productos fitosanitarios pueden tener importancia a corto o medio plazo. La aparición o incidencia de nuevas malas hierbas, plagas y enfermedades al cambiar al sistema de siembra directa podía ser un limitante sobre la sostenibilidad a largo plazo del sistema. La introducción del maíz ha hecho aparecer malas hierbas nuevas y que no eran problemáticas en el sistema de prados. En el caso del maíz se controlan satisfactoriamente con los herbicidas tradicionales a base de atrazina y alacloro. Sin embargo, a partir del año 2007 se prohíbe la atrazina y, por ello, se han experimentado nuevos productos a base de alacloro, pendimetalina, aclonifen e isoxaflutol que han dado resultados satisfactorios y que además no producen residuos tóxicos con riesgo de lixiviación (Cornejo y Calderón, 2005).

No ha habido un efecto marcado de plagas. Algún año han aparecido problemas de gusanos del suelo (*Agriotes lineatus* y *Agriotes segetum*), que a pesar de los daños causados no justifican tratamientos preventivos y con tratamientos curativos a base de clorpirifos son suficientes para su control el año de afección (Eizaguirre y col. 2005).

La problemática mayor es si el sistema de “doble cultivo anual” bajo siembra directa podrá ser sostenible a largo plazo. La intensidad de cultivo en estos sistemas agrícolas, con un nivel alto de aplicación de fertilizantes (orgánicos y minerales) y fitosanitarios (sobre todo herbicidas) puede limitar las producciones y puede degradar el propio sistema. La nueva propuesta que se empieza a estudiar y desarrollar a partir de la fecha es realizar “doble cultivo anual” durante cuatro años y luego retornar al cultivo de prados o praderas sembradas y al cultivo de alfalfa durante otros cuatro-cinco años. Este nuevo planteamiento permitirá reducir el ritmo de intensificación y reducir los insumos de abonos y fitosanitarios en la implantación del maíz. Este sistema permitirá mejorar el control de las malas hierbas en maíz forrajero y tener la posibilidad de introducir la alfalfa en la rotación con más garantías de éxito.

Conclusiones

La utilización de la siembra directa en el sistema forrajero-ganadero de l’Alt Urgell ha sido plenamente satisfactoria durante los once años que lleva en funcionamiento.

Las ventajas principales de la siembra directa en el sistema han sido que:

- 1- Permite sembrar las especies en la rotación de cultivo de verano - cultivo de invierno con mucha más flexibilidad y en un tiempo más rápido y con menores gastos de implantación.
- 2- Evita los problemas de erosión que se derivarían del laboreo en un suelo franco y franco arenoso y poco profundo como es característico de estas zonas.
- 3- Permite el mantenimiento de los altos niveles de materia orgánica que son fundamentales para conservar la capacidad potencial de estos suelos.

No ha habido problemas específicos por el hecho de cultivarse bajo siembra directa. Los habituales problemas de malas hierbas y alguna incidencia de plagas son controlados satisfactoriamente con los medios habituales.

La mayor problemática con la que se enfrenta el sistema a medio y largo plazo es la sostenibilidad relacionada con la fertilización nitrogenada y por ello se esta trabajando en desarrollar nuevos ciclos de rotación con prados naturales y praderas de alfalfa que regeneren y reduzcan la intensidad del sistema. ●

Referencias

Cornejo, J and Calderón, M.T. (2005). Residuos de diferentes herbicidas formulados y aplicados en tres tratamientos en cultivo de maíz 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. and 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.

IDESCAT. (2000). Instituto de Estadística de Catalunya. <http://www.idescat.es>.

Sala, M. and Armengol, M.T. (1998). El sector primari a l’Alt Urgell. *Catalunya Rural i Agraria*, 51:6-14.

1. Cooperativa Pirenaica de la Seu d’Urgell. C. Sant Ermengol, 48. 25700. Lleida. España.

E-mail: xanxo@lleida.net

2. Universitat de Lleida. Avda. Rovira Roure, 191. 25198. Lleida. España.

E-mail: carlos.cantero@pvcf.udl.es

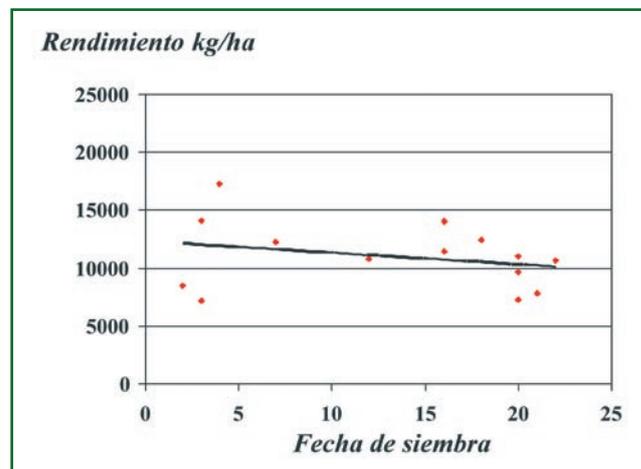
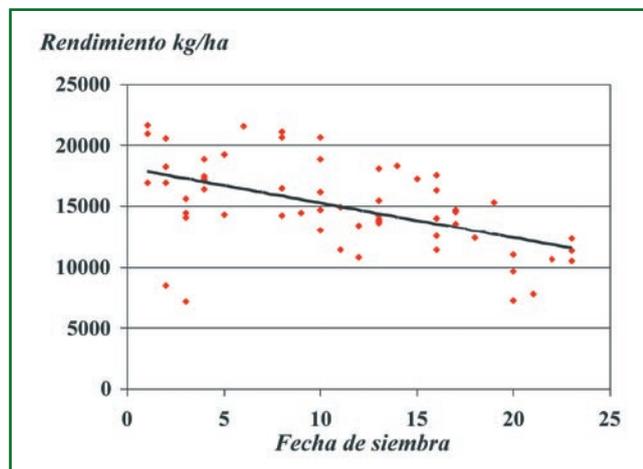


Figura 4. A. Rendimiento (kg de materia seca ha⁻¹) del cultivo de maíz en cosecha según la fecha de siembra en parcelas de fertilidad alta de productores. B. Rendimiento del cultivo de maíz en cosecha según la fecha de siembra en parcelas de productores, seleccionadas aquellas que la fertilidad era baja. La fecha de siembra indica los días a partir del primer día habitual de siembra que es el 5 de Mayo.