



Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 8 - 2010

25 años I+D ■ Roedores del manzano ■ SENIFOOD ■ Conservación forrajes ■ Artrópodos en brezales
Fertilización ecológica praderas ■ Setas ■ Biotecnologías reproductivas ■ Maximina y Sinara



SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 8 • 2010

Actualidad

- 2** | **La investigación agraria en Asturias, una historia de más de 25 años**
Pedro Castro Alonso

Información agrícola

- 7** | **La mancha bacteriana del champiñón y otras setas cultivadas**
Ana J. González Fernández
- 9** | **La marchitez bacteriana de la judía. La prevención es el mejor método de control**
Ana J. González Fernández
- 11** | **Los roedores que dañan los manzanos**
Marcos Miñarro Prado.
Enrique Dapena de la Fuente

Información ganadera

- 17** | **Efectos del pastoreo sobre los artrópodos de suelo en brezales cantábricos**
Rocío Rosa García
Koldo Osoro Otaduy
Urcesino García Prieto
Rafael Celaya Aguirre
- 23** | **Fertilización y conservación de las praderas en manejo ecológico**
Antonio Martínez Martínez
Adela Martínez Fernández
- 29** | **Producción y calidad nutritiva de prados, praderas y cultivos forrajeros anuales en Villaviciosa (Asturias)**
Adela Martínez Fernández
Begoña de la Roza Delgado
Sagrario Modroño Lozano
Alejandro Argamenteira Gutiérrez
- 35** | **Conservación de forrajes de invierno**
Adela Martínez Fernández
Alejandro Argamenteira Gutiérrez

7



23



2

17



47

11



41



La investigación agraria en Asturias, una historia de más de 25 años

PEDRO CASTRO ALONSO. Área de Sistemas de Producción Animal. Ex Director Gerente del SERIDA. pacastro@serida.org

→

Arco de entrada a la Estación Pomológica de Villaviciosa. De la Diputación Provincial pasó a depender de la Consejería de Agricultura con la constitución de la Comunidad Autónoma de Asturias.



La promulgación del Decreto 20/1985 de 21 de febrero por el que se creaba el Centro de Experimentación Agraria como un Servicio adscrito a la Consejería de Agricultura y Pesca del Principado de Asturias, puso a disposición del campo asturiano un instrumento con el que se asumían formalmente las transferencias del Estado en materia de investigación agraria, producidas por el Real Decreto 3462/1983, de 28 de diciembre.

Cumplidos ampliamente 25 años de aquel hito, y como responsable de la entidad en la primera y en la penúltima etapa, me parece oportuno realizar una breve

descripción histórica del camino recorrido por una institución que tiene su única razón de ser en servir de medio para mejorar las producciones agroalimentarias y forestales de Asturias, a través de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

La etapa del Centro de Experimentación Agraria

La puesta en marcha del nuevo Servicio le fue encomendada en junio de 1984 a Pedro Castro Alonso, investigador del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) en Aragón, por los enton-



ces responsables de la Consejería de Agricultura y Pesca, Jesús Arango Fernández, Consejero, y Santiago Menéndez de Luarca, Director Regional de Agricultura. La sede se estableció en la Estación Pomológica de Villaviciosa, dependiente de la extinta Diputación Provincial, a cuyas instalaciones se sumaron las de la finca La Mata de Grado, recibidas del INIA con el traspaso de competencias.

El CEA se configuró inicialmente en cuatro Departamentos o Secciones: Producción Animal, Pastos y Forrajes; Hortofruticultura; Producción Forestal y Unidad de Apoyo. La remodelación y ampliación de las instalaciones no culminaría prácticamente hasta 1987.

La denominación de Centro de Experimentación Agraria se conservó hasta 1991, reflejando la voluntad política de imprimirle un carácter eminentemente aplicativo y práctico, manifestada también por su adscripción inicial a la División de Coordinación Territorial y Promoción, que coordinaba la red de Oficinas de Extensión Agraria (que pasa-

ron a denominarse Oficinas Comarcales de Agricultura y Centros de Información Agraria) y la Escuela de Agricultura de Villaviciosa (creada sobre la base de la Escuela de Capataces Agrícolas). Por necesidades de gestión, el CEA debió independizarse muy pronto de la estructura orgánica de la División, pasando a funcionar como un órgano desconcentrado dependiente directamente de la Dirección Regional de Agricultura.

En 1990, en terrenos anejos y construido bajo la gestión y presupuestos que el Principado de Asturias puso a tal efecto a disposición del CEA, se inauguraba también otra nueva infraestructura de investigación, el Instituto de Productos Lácteos (IPLA), fruto de un convenio entre el Principado y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que funcionaría ya de manera autónoma como un Instituto del CSIC, dependiente del Ministerio de Educación (actual Ciencia e Innovación) y que este año ha celebrado su vigésimo aniversario.

La tarea encomendada al CEA, como a los servicios regionales de investigación



←
Vista aérea de la Estación Experimental de "La Mata" en Grado.





↑
Sede del Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA - CSIC) en los terrenos del CEA de Villaviciosa.

↓
Finca Experimental el Carbayal. (Illano).

agraria en otras Comunidades Autónomas, fue tratar de dar solución técnica y aplicada a los problemas y limitaciones de índole productiva y de calidad de los productos agroalimentarios claves de la región, por lo que el abanico de actividad se amplió notablemente respecto de la antigua Pomológica, que se había circunscrito al área de la manzana y la sidra.

La primera etapa se caracterizó por la adecuación de infraestructuras y personal a las tareas de investigación, lo que requirió un importante esfuerzo del

Principado que debió complementarse, no obstante, con el desarrollo de los mecanismos apropiados para complementar la financiación regional con recursos externos, concurriendo a fondos de otros organismos (INIA, Plan Nacional de Investigación, Unión Europea).

Tratar de lograr la conexión con el sector agrario y apoyarse en lo posible en la Universidad de Oviedo fueron objetivos claves en esta primera etapa. El Convenio Marco suscrito con esta última y la presencia del sector y del Servicio de la Consejería de Agricultura encargado de la divulgación en el Consejo Asesor de Experimentación Agraria y en el Comité de Coordinación y Seguimiento de la misma, creados a tal efecto, completaban un diseño en la dirección pretendida que aún mejoraría con la participación en el Programa de Fincas Colaboradoras del Ministerio de Agricultura. También cabe destacar la incorporación de las fincas de Cueva Palacios (Quirós) y del Carbayal (Illano), al final de esta etapa, que pasarían a ser piezas fundamentales en el desarrollo de sistemas de producción animal y referencia obligada no sólo para Asturias, si no también para la comunidad científica nacional e internacional.

La etapa del Instituto de Experimentación y Promoción Agraria

En septiembre de 1991, sin variar sus funciones, el Centro de Experimentación Agraria pasó a denominarse Instituto de Experimentación y Promoción Agraria (IEPA), y amplió sus instalaciones tras la incorporación del Centro de Selección y Reproducción Animal de Somió (CENS-YRA), que desarrollaba fundamentalmente labores de servicio y soporte técnico para las asociaciones de ganaderos de carne y leche, lo que supuso también un incremento de plantilla de 27 personas.

Mediada esta etapa, se produjo el primer relevo de director (Miguel Ángel Fueyo Olmo, 1993) y se trató de impulsar la transferencia mediante la creación de la Comisión para la Transferencia de Tecnología Agroalimentaria (COTTA), en



un intento de paliar las carencias de otros órganos de la Consejería de Agricultura en materia divulgativa, mediante la implicación del sector en la tarea de tratar de transferir al agricultor la información generada por el IEPA.

En la misma línea de intentar llegar al agricultor, cabe citar la puesta en marcha del boletín mensual de Tecnología Agraria (enero de 1993). Al final de esta etapa se intentó reformar el modelo de Instituto, buscando mejorar los cauces de gestión, abriendo vías de concertación con el sector y afrontando la adecuación de la plantilla a las necesidades funcionales, pero el proyecto no llegó a tramitarse en la Junta.

Etapa del Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria

En 1995 se incorpora a la estructura orgánica del IEPA el Laboratorio de Sanidad Animal de Jove y el servicio pasa a denominarse Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA), manteniendo las funciones anteriores e incrementando sensiblemente las de servicio laboratorial en lo referente a sanidad animal, donde cabe destacar el soporte analítico para las campañas de saneamiento ganadero y las actividades de investigación y servicio relacionadas con el área. Esta incorporación supuso, inicialmente, un incremento de plantilla de 25 personas.

En esta última etapa, coincidente con la crisis política e institucional que afectó al gobierno regional, el CIATA vivió momentos críticos que se reflejó en la sucesión de directores (cuatro en cuatro años: en 1995 Miguel Ángel Fueyo Olmo sería sustituido por Laudelino René Casal Llana, a éste le sucede en 1998 Severino Espina Fernández, y en 1999 es designado Juan José Mangas Alonso). Recortes de presupuestos, de personal y de algunas líneas de actividad y, sobre todo, la falta de entendimiento con los trabajadores y los grupos políticos mayoritarios de la Junta en los intentos de reestructuración del centro



(como Sociedad Anónima primero y como Agencia más tarde), dio lugar a un largo conflicto laboral que tuvo, finalmente, un fruto positivo: el consenso de todas las partes y la consiguiente aprobación por la Junta General del Principado de la ley de creación del SERIDA.

Etapa del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario

La Ley del Principado de Asturias 5/1999, de 29 de marzo, consensuada por todos los grupos parlamentarios, por las organizaciones agrarias y por los representantes legales de los trabajadores, crea el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Asturias (SERIDA) como entidad pública del Principado de Asturias, con personalidad jurídica propia, adscrita a la Consejería de Medio Rural y Pesca a través de la Dirección General competente en materia de agroalimentación.

Esta ley, junto con el reglamento que la complementa y desarrolla, aprobado por Decreto 38/2000, de 4 de mayo, define los fines, funciones, estructura y régimen de funcionamiento de la entidad,

↑
Centro de Selección y
Reproducción Animal de
Somió (CENSYRA).

↓
Laboratorio de Sanidad
Animal de Jove.





↑
Reunión de los miembros del Consejo Regional de Desarrollo Agroalimentario.

↓
SERIDA Deva. Centro de Biotecnología Animal, inaugurado en 2009.

todo ello diseñado desde la óptica de un servicio público moderno y eficaz, adaptado a las necesidades del sector.

Uno de los aspectos a destacar de la nueva entidad, dirigida por Pedro Castro Alonso de 2001 a 2009, y por Koldo Osoro Otaduy en la actualidad, es la participación del sector en sus órganos rectores (Consejo Rector y Consejo Regional de Desarrollo Agroalimentario), con lo que se garantizan foros permanentes de coordinación entre representantes de la Administración, los técnicos y científicos, y las empresas y organizaciones sectoriales.

Otras particularidades de interés son las relativas al régimen de gestión y personal que confieren al nuevo ente una mayor agilidad para desarrollar eficazmente su función, aunque la experiencia de 10 años de gestión aconseja ciertos cambios del modelo, en vía de estudio actualmente, en orden a optimizar los cauces de funcionamiento previstos en el marco legal y normativo del Principado de Asturias para las entidades públicas.

Recientemente, se han producido algunas modificaciones en el SERIDA que conviene citar por su relevancia. Por un lado, fruto de un convenio con el Ayuntamiento de Gijón para liberar los terrenos de la Pecuaria de Somió, en 2008 se produjo el traslado de una parte de sus instalaciones a un nuevo Centro de Reproducción Animal, en Cenero, para ser gestionado por las asociaciones de criadores de las tres razas de vacuno más implantadas en Asturias: Asturiana de los Valles, Asturiana de la Montaña y Frisona. Por otra parte y fruto del mismo convenio, se materializó en 2009 el cambio de ubicación del resto de Unidades del SERIDA en Gijón (Somio y Jove), que fueron trasladadas a las nuevas instalaciones del Centro de Biotecnología Animal en Deva. ■



La mancha bacteriana del champiñón y otras setas cultivadas

ANA J. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Responsable del Programa de Patología Vegetal. anagf@serida.org

El cultivo de champiñón y otras setas cultivadas se ve afectado por enfermedades de origen bacteriano que pueden causar pérdidas de producción importantes. Para controlar esta enfermedad es fundamental realizar un manejo adecuado del cultivo evitando el exceso de humedad.

El cultivo de setas y, sobre todo, del champiñón es una actividad importante en algunas Comunidades de España como pueden ser La Rioja o Castilla-La Mancha. En Asturias hay algunas pequeñas empresas que cultivan, fundamentalmente, champiñón (*Agaricus bisporus*) y seta de ostra (*Pleurotus ostreatus*).

Uno de los problemas que afecta a estos cultivos es la enfermedad conocida como "mancha bacteriana" producida por especies de pseudomonas fluorescentes. Los síntomas son manchas de color marrón en el sombrero (Fotografía 1), que pueden hundirse y confluír produciendo el empardecimiento de grandes áreas, depreciando totalmente el producto. En Castilla-La Mancha se han estimado pérdidas de rendimiento en el cultivo de champiñón por mancha bacteriana del 3-5% de la producción total (Gea *et al.*, 2008).

La mancha bacteriana se ha atribuido a varias especies de *Pseudomonas* como son *P. tolaasii* y *P. reactans*, aunque algunos autores también incluyen *P. constantini* (Munsch *et al.*, 2002).

En 2008, el Laboratorio de Fitopatología del SERIDA inició una colaboración con el Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñón



de Castilla-La Mancha (CIES) para establecer la etiología de la mancha bacteriana en los cultivos de setas producidos en esa Comunidad Autónoma. Los análisis se realizaron en champiñón, seta de ostra y seta de cardo (*Pleurotus eryngii*) y se identificaron como agentes causales de mancha bacteriana las especies *Pseudomonas tolaasii* (González *et al.*, 2009) y *Pseudomonas reactans* (González *et al.*, 2010). En algunos casos, se vio cómo ejemplares de seta de cardo adquirieron

↑
Fotografía 1.-Síntomas de mancha bacteriana en champiñón.
(Fotografía © SERIDA)



Fotografía 2.-Ejemplar de seta de cardo afectado por mancha bacteriana y con aspecto húmedo debido al crecimiento de bacterias.

(Fotografía © SERIDA)



un aspecto húmedo debido a la proliferación bacteriana (Fotografía 2).

Las dos especies bacterianas aisladas en las muestras tienen un amplio rango de huésped y se diferencian fácilmente entre sí mediante una prueba denominada línea blanca (WLIP, White Line Inducing Principle) (Fotografía 3).

El manejo del cultivo es muy importante para evitar esta enfermedad: hay que controlar, en la medida de lo posible, el balance entre temperatura y humedad y mantener seca la superficie de los champiñones.



Fotografía 3.-Producción de línea blanca.

(Fotografía © SERIDA)

La mayor incidencia de la enfermedad suele coincidir cuando hay mayores diferencias de temperatura entre el día y la noche, que favorecen los fenómenos de condensación, y también cuando la humedad relativa es más alta (Anónimo, 2005).

Referencias bibliográficas

- Anónimo, 2005. El champiñón en Castilla-La Mancha. Boletín Informativo n.º 19. Editado por CIES.
- BRADBURY, J. F. 1987. CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria. Set 90: 891.
- GEA, F. J.; NAVARRO, M. J.; GONZÁLEZ, A. J. 2008. La mancha bacteriana del champiñón: identificación del agente causal, valoración de daños y medidas de control. XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Lugo, 2008.
- GONZÁLEZ, A. J.; GONZÁLEZ-VARELA, G.; GEA, F. J. 2009. Brown blotch caused by *Pseudomonas tolaasii* on cultivated *Pleurotus eryngii* in Spain. Plant Disease, Vol. 93:667.
- GONZÁLEZ, A. J.; FERNÁNDEZ, A. M.; NAVARRO, M. J.; GEA, F. J. 2010. Mancha bacteriana en *Pleurotus eryngii* causada por *Pseudomonas tolaasii* y *P. reactans* en Castilla-La Mancha. XV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, Vitoria, 2010.
- MUNSCH, P.; ALATOSSAVA, T.; MARTTINEN, N.; MEYER, J-M.; CHRISTEN, R.; GARDAN, L. 2002. *Pseudomonas constantinii* sp. nov., another causal agent of brown blotch disease, isolated from cultivated mushroom sporophores in Finland. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 52: 1973-1983. ■



La marchitez bacteriana de la judía. La prevención es el mejor método de control

ANA J. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Responsable del Programa de Patología Vegetal. anagf@serida.org

La bacteria *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* es un patógeno de cuarentena que causa la enfermedad conocida como marchitez bacteriana de la judía de la que España está considerada “zona protegida”, aunque hay que estar atentos para detectar su posible introducción.



La marchitez bacteriana es una enfermedad grave de la judía de la que no solemos hablar habitualmente al estar considerada España “zona protegida”. Sin embargo, como consecuencia de la globalización de los mercados, consideramos muy útil difundir información sobre esta patología para que los agricultores conozcan los síntomas y puedan colaborar en la tarea de mantener los cultivos libres de esta enfermedad.



←
Fotografía 1.-Síntomas de marchitez bacteriana sobre hojas de judía inoculadas artificialmente.



La bacteria responsable de esta patología, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, afecta a la judía común (*Phaseolus vulgaris* L.), a otras especies de *Phaseolus*, y a la soja.

La presencia de esta bacteria se ha citado en América del Norte y Central, y en algunos países de la Europa del Este, mientras que no se ha confirmado el establecimiento de la enfermedad en Europa Occidental (Lelliott, 1992).

Aunque hemos dicho que España es una zona protegida, esta bacteria se ha identificado en algunas ocasiones en nuestro país. La primera cita que encontramos en la bibliografía corresponde a Palomo *et al.* (2002) que la aislan en una muestra de semilla de León, pero de forma esporádica y sin haber observado síntomas.

En el Laboratorio de Fitopatología del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) se ha podido identificar en muestras de judía verde con síntomas procedentes del sureste español, concretamente de Granada (González *et al.*, 2005). Cuando se realizaron pruebas de patogenicidad con estos aislamientos, se pudo comprobar que producían serios daños en la planta que la hacían totalmente improductiva. Posteriormente, hemos tenido la oportunidad de encontrarnos con este patógeno en varias ocasiones, posiblemente ligado a zonas en las que se ha cultivado material de diferentes procedencias. Por ello, consideramos que es interesante conocer la enfermedad y estar prevenidos ante la posibilidad de que aparezca.

Los síntomas de la enfermedad son manchas doradas y necrosis en hojas



→
Fotografía 2.-Síntomas sobre hojas jóvenes observadas tras inoculación artificial.

(Fotografía 1). Las plantas se enanizan y marchitan. Las hojas jóvenes frecuentemente se empardecen y secan (Fotografía 2).

Un aspecto a destacar de este patógeno es su transmisión por semilla, a veces asintomática, y su extraordinaria persistencia en las mismas, de modo que se ha llegado a comprobar que puede permanecer viable en las semillas almacenadas durante 24 años (Burkholder, 1945; citado por Neergaard, 1988).

Es necesario reseñar también que, como ya hemos comentado, excepto en las muestras de judía verde del Sureste español, los aislamientos de la bacteria de la zona norte han coincidido con muestras "sanas", por lo que nos planteamos la hipótesis de que en el norte de España no se den las condiciones para que el patógeno, aunque esté presente, produzca la enfermedad; pero esta hipótesis requiere de la realización de más estudios para poder ser corroborada.

El control de la enfermedad se realiza utilizando semilla sana, aunque no descartamos que pueda tener vías de transmisión o reservorios diferentes que permitan su supervivencia en el campo. También, se ha descrito que algunos cultivares pueden tener una resistencia parcial.

Referencias bibliográficas

- GONZÁLEZ, A. J.; TELLO, J. C. y RODICIO, M. R., 2005: Bacterial wilt of beans (*Phaseolus vulgaris*) caused by *Curtobacterium flaccumfaciens* in Southeastern Spain. *Plant Dis.* Vol. 89 (12): 1361.
- LELLIOTT, R. A., 1992: *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. En: Manual de enfermedades de las plantas. Smith, I. M., Dunez, J.; Lelliott, R. A.; Phillips, D. H.; Archer, S. A. Eds. Mundi-Prensa. Pp. 216.
- NEERGAARD, P. 1988: *Inactivation of inoculum by ageing during storage*. Seed Pathology, Vols. I y II. Ed. Macmillan Press, Houndmills, Basingstoke, Hampshire and London. Pp. 590.
- PALOMO, J. L.; GARCÍA-BENAVIDES, P.; ABELLEIRA, A. y LÓPEZ, M. M., 2002. Primera detección en España de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* en semilla de judía (*Phaseolus vulgaris*). XI Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología, Almería. Pag.: 154. ■



Los roedores que dañan los manzanos

MARCOS MIÑARRO PRADO. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Investigación en Fruticultura. SERIDA. mminarro@serida.org
ENRIQUE DAPENA DE LA FUENTE. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Responsable del Programa de Investigación en Fruticultura. SERIDA. edapena@serida.org

Los roedores se han convertido en uno de los principales factores limitantes para el cultivo del manzano en Asturias. Algunas especies roen las raíces y la parte baja del tronco del árbol, al que llegan incluso a matar, o causan daños que reducen considerablemente el crecimiento y la cosecha. En este artículo intentaremos conocer mejor quiénes son los responsables de esos ataques.

Algunas especies de roedores de la subfamilia Arvicolinae, conocidos popularmente como topillos, se han convertido en los últimos años en un auténtico azote para muchos cultivos. Paulatinamente, estos roedores perjudiciales han pasado a ser uno de los factores limitantes para el cultivo del manzano en Asturias, por lo que son necesarias soluciones que puedan ser incorporadas dentro del manejo global de la plantación y que sean compa-

tibles con métodos de cultivo sostenibles. Aunque el primer paso para el control sostenible de una plaga es necesariamente el reconocimiento del agente dañino, nuestra experiencia nos indica que el productor de manzana no siempre conoce e identifica de manera correcta a los roedores perjudiciales. Este artículo tiene como objetivo servir de guía para reconocer y conocer mejor los roedores que dañan los manzanos en Asturias.



Micromamíferos que habitan en las pumaradas

En las pumaradas de Asturias viven cuatro familias diferentes de micromamíferos o mamíferos de pequeño tamaño: los roedores (Familia Muridae), los topos (Fam. Talpidae), las musarañas (Fam. Soricidae) y los mustélidos (Fam. Mustelidae).

Los mustélidos

La familia de los mustélidos comprende animales tan diferentes en forma y tamaño como la comadreja, el tejón o la

nutria. La comadreja (*Mustela nivalis*) y el armiño (*Mustela erminea*) son mustélidos de pequeño tamaño que ocasionalmente se pueden observar en las pumaradas (Ilustración 1). Ambos carnívoros están especializados en la caza de roedores, por lo que se consideran muy beneficiosos para la agricultura. Aunque difíciles de diferenciar entre sí para el ojo poco avezado (el armiño es mayor, tiene la punta de la cola negra y en invierno su pelaje adquiere, total o parcialmente, un colorido blanco) se diferencian perfectamente de los roedores dañinos, por lo que no nos vamos a extender más con ellos.



Comadreja



→ Ilustración 1.-Armiños y comadrejas son depredadores muy eficaces de rata topo y topillos.
(Ilustración © Gonzalo Gil).



Los insectívoros: topos y musarañas

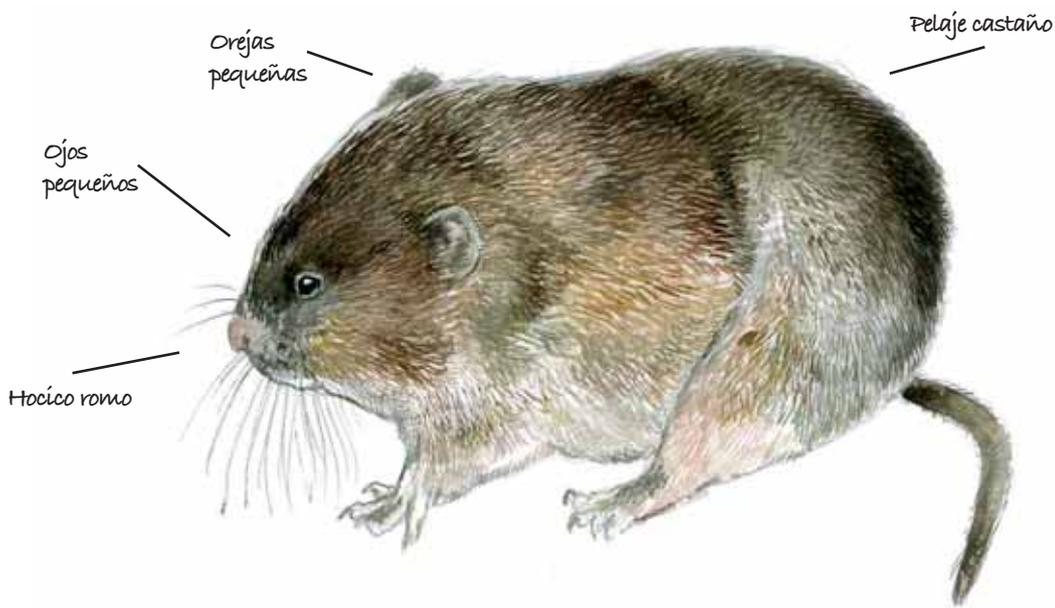
Las familias de los topos y las musarañas constituyen, junto con la de los erizos, el orden de los insectívoros presentes en España. Se trata de animales con una alimentación fundamentalmente carnívora, basada en la mayor parte de los casos en la ingestión de lombrices, gasterópodos o insectos. Tanto los topos como las musarañas tienen el hocico puntiagudo, no redondeado como el de los roedores, y su dentición con bordes

cortantes está diseñada para matar y triturar presas, no para roer. Por lo tanto, ni los topos ni las musarañas son perjudiciales para el cultivo del manzano.

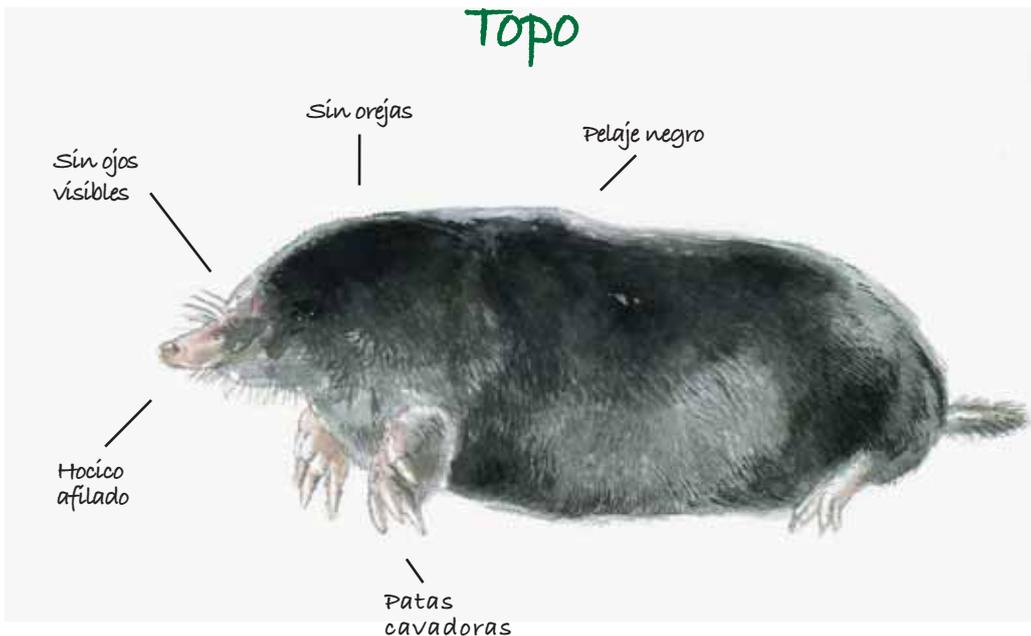
Los topos

En la Península Ibérica conviven dos especies de topos, el topo europeo o común (*Talpa europea*) y el topo ibérico (*Talpa occidentalis*), éste de tamaño relativamente menor.

Rata topo



Topo



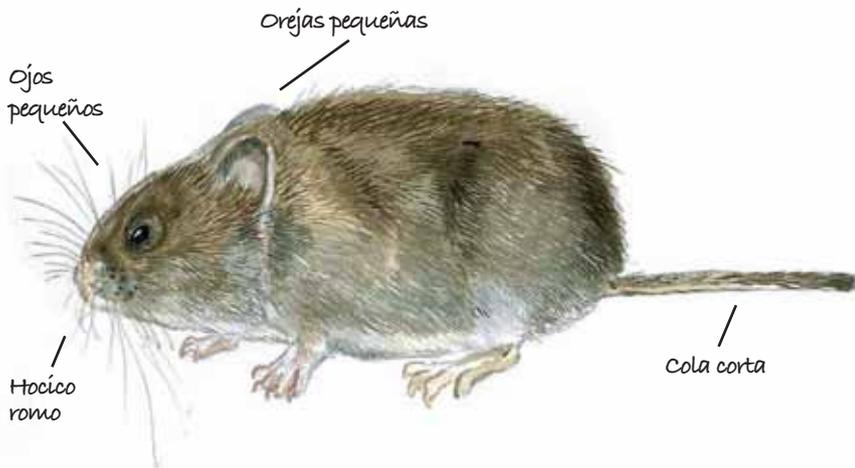
←
Ilustración 2.-La rata topo y el topo se diferencian claramente por varias características.
 (Ilustración © Gonzalo Gil).



↓
Ilustración 3.-Comparación entre la morfología de un topillo lusitano, una musaraña y un ratón de campo.

(Ilustración © Gonzalo Gil).

Topillo



Musaraña



Ratón de campo



El topo ibérico está presente en toda Asturias, mientras que el europeo, según unos autores, está ausente y según otros, ocupa sólo la parte oriental de la región. En cualquier caso, su morfología es muy parecida y está claramente adaptada a su vida subterránea y cavadora (Ilustración 2). Son animales de cuerpo compacto, cilíndrico y robusto, sin cuello y con cola corta. Las patas delanteras son mucho mayores que las traseras, con unas manos muy ensanchadas y unas uñas grandes y aplanadas, que en su conjunto, forman una pala que les permiten excavar de manera eficiente. Los topos, además, poseen unos ojos muy reducidos no siempre visibles y carecen de pabellones auriculares. Su pelaje es muy tupido y de color negro.

Al excavar sus propias galerías los topos sacan tierra a la superficie que dejan en montones llamados *toperas* o *topineras*. Como veremos más adelante, ésta es una característica que comparten con algunos roedores perjudiciales y que lleva a una cierta confusión en la identificación entre estas especies inofensivas y los roedores dañinos.

Las musarañas

Se trata de un conjunto de especies muy diversas (en España se encuentran once especies) y con modos de vida también muy distintos. Por lo general no son cavadoras, aunque sí pueden utilizar túneles construidos por otros animales, generalmente roedores. Son animales de pequeño tamaño y aspecto similar al de un ratón, aunque se diferencian claramente de éste por poseer un hocico puntiagudo y ojos y orejas comparativamente menores (Ilustración 3). Son depredadores oportunistas que, como se comentó, se alimentan de invertebrados. Aunque ocasionalmente pueden ingerir semillas u otro material vegetal son incapaces de roer y, por tanto, inofensivos para el manzano.



Los roedores: ratas, ratones y topillos

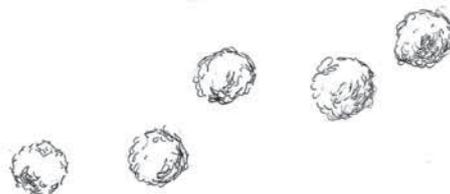
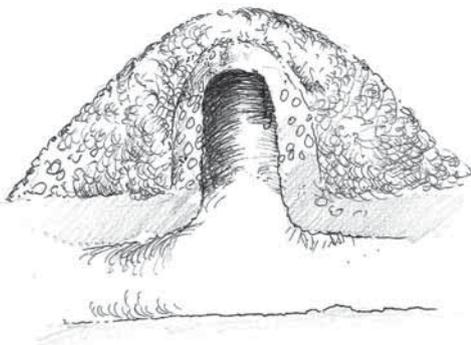
Junto con ardillas y lirones, los múridos constituyen el orden de los roedores presentes en Asturias. Estos múridos se dividen en dos grupos: las ratas y los ratones, que constituyen la subfamilia Murinae, y los topillos, que forman la subfamilia Arvicolinae.

La morfología de las **ratas** (*Rattus* spp.) y los **ratones** (*Apodemus* spp., *Mus* spp. y *Micromys* sp.) es la del roedor típico: patas anteriores más cortas que las posteriores, ojos y orejas relativamente grandes, largos bigotes en el hocico y cola también larga en relación con el tamaño del cuerpo (Ilustración 3). Respecto a su alimentación, se pueden considerar generalistas y oportunistas. En pumaradas de

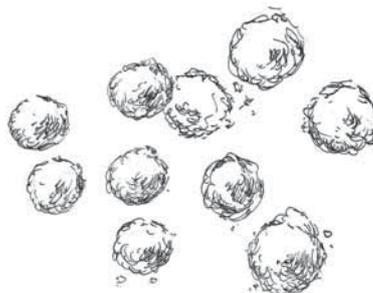
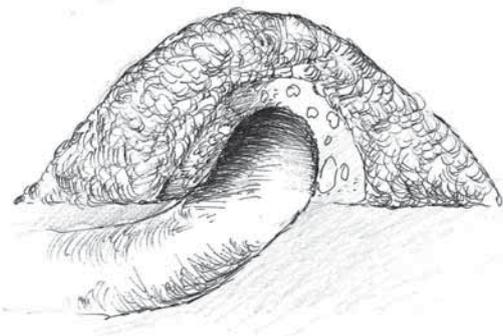
Villaviciosa hemos atrapado especies como el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) o el ratón espiguero (*Micromys minutus*), aunque los daños que pueden causar ambas especies no van más allá de unas pocas manzanas roídas.

Los **topillos** se diferencian de ratas y ratones en su alimentación, que es casi exclusivamente herbívora y forrajera. Según los hábitos más o menos subterráneos de cada especie, se alimentan en superficie pastando la hierba o bajo tierra comiendo bulbos y raíces. Esta adaptación a la vida subterránea ha determinado muchas de sus características anatómicas: son animales robustos, sin apenas cuello, con patas y cola cortas y con ojos y orejas menos conspicuos que en los ratones (Ilustración 3).

Topo



Rata topo



←
Ilustración 4.-Diferencias entre el topo y la rata topo en la disposición del agujero de salida de la galería y distribución de las toperas en el espacio.

(Ilustración © Gonzalo Gil).



Entre estos topillos, *Arvicola terrestris* (el nombre correcto según algunos autores sería *Arvicola amphibius*), conocido vulgarmente como la **rata topo**, es la especie más problemática para el cultivo del manzano en Asturias. Se trata de un roedor de gran tamaño, con algunos individuos que sobrepasan los 100 g de peso y con una longitud de 122-188 mm entre cabeza y cuerpo. En relación con el cuerpo, la cola es corta (45-88,5 mm) y nunca sobrepasa la mitad de la longitud de la cabeza más el cuerpo. Aunque hay una cierta variación en el color del pelaje, generalmente es de color marrón oscuro con el vientre gris (Ilustración 2). La rata topo es un especie cavadora que se alimenta fundamentalmente de los bulbos y las raíces de las plantas, incluyendo en su dieta las del manzano.

Aunque la mayor parte de su vida la pasa bajo tierra, ocasionalmente puede salir de sus galerías para alimentarse de tallos y hojas. También sale a la superficie para dispersarse y colonizar nuevos territorios.

Como en el caso del topo, su presencia se detecta por los montones de tierra que saca a la superficie. Aunque el tamaño de las toperas es similar entre ambas especies, existen dos características que permiten diferenciar al responsable de las mismas. En el caso del topo, la galería de salida a la superficie es perpendicular al suelo mientras que en el caso de la rata topo es oblicua. Además, las toperas del topo suelen distribuirse siguiendo una línea mientras que las de la rata topo presentan una distribución más anárquica (Ilustración 4).

Con frecuencia se observan también en las plantaciones signos de la presencia del **topillo lusitano** *Microtus lusitanicus* (antes conocido como *Pitymys lusitanicus*). Se trata de un topillo muy pequeño (peso: 14-19 g; longitud del cuerpo más la cabeza: 78-105 mm; longitud de la cola: 17-30 mm) que suele dejar abiertas las galerías que excava, por lo que su presencia se detecta por pequeños agujeros en el suelo de unos 2 cm de diámetro. Por su reducido tamaño, este roedor se podría confundir con una musaraña, aunque se diferencian fácilmente por-

que el topillo tiene el hocico redondo y las musarañas lo tienen puntiagudo (Ilustración 3). El topillo lusitano también se considera una plaga de los manzanos asturianos, aunque por lo general es menos pernicioso que la rata topo.

Conclusión

En resumen, de entre todos los micro-mamíferos que habitan en las pumaradas sólo el grupo de los topillos resulta potencialmente perjudicial para el manzano. En concreto, el topillo lusitano y, especialmente, la rata topo, son una seria amenaza para este cultivo.

Si en este artículo se facilitan las claves para identificar estos mamíferos, en artículos posteriores profundizaremos en aspectos relacionados con la biología de estas especies que amenazan el cultivo del manzano en Asturias y plantearemos medidas para controlar sus poblaciones y paliar sus daños.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Gonzalo Gil la aportación desinteresada de las magníficas ilustraciones.

Más información

Libros

- BLANCO, J. C. 1998. Mamíferos de España. Volúmenes I y II. Editorial Planeta. Barcelona.
- DELATTRE, P, GIRADOUX, P. 2009. Le campagnol terrestre. Prévention et contrôle des populations. (*La rata-topo. Prevención y control de sus poblaciones*). Editions Quae. 264 pp. (*en francés*).
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 2001. Daños en la agricultura causados por vertebrados. Ediciones MundiPrensa. Madrid. 177 pp.

Internet

- Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas_mamiferos/1.
- Portal para la lucha integrada contra la rata-topo (*en francés*). <http://www.campagnols.fr/>. ■



Efectos del pastoreo sobre los artrópodos de suelo en brezales cantábricos

ROCÍO ROSA GARCÍA. Área de Sistemas de Producción Animal. SERIDA. entomteam@hotmail.com

KOLDO OSORO OTADUY. Área de Sistemas de Producción Animal. SERIDA. kosoro@serida.org

URCESINO GARCÍA PRIETO. Área de Sistemas de Producción Animal. SERIDA. urcesino@serida.org

RAFAEL CELAYA AGUIRRE. Área de Sistemas de Producción Animal. SERIDA. rcelaya@serida.org



Introducción

La imagen de Asturias “Paraíso Natural” no es fruto de la casualidad. Sus variadas, y a veces difíciles, condiciones orográficas, edáficas y climáticas se conjugan con la actividad del hombre para consolidar espacios privilegiados, fuente de biodiversidad, de riqueza y de patrimonio cultural.

Esa Asturias verde está destinada en gran parte a usos forestales (35%), pero también dispone de unos pastos y pastizales (41%) originados y mantenidos por una población rural estrechamente vinculada a la actividad ganadera. De hecho, la

ganadería ha contribuido al modelado del paisaje tal y como lo conocemos, mientras ejercía de fuerte motor socioeconómico.

La ganadería ha afrontado, además, cambios profundos. El ganado vacuno disminuye lentamente mientras se reorienta hacia una producción más cárnica que lechera, arrastrando consigo la recuperación de sus razas autóctonas (Asturiana de los Valles y Asturiana de la Motaña). Los pequeños rumiantes (ovino y caprino), disminuyen más rápidamente y quedan relegados a zonas muy concretas (como los Picos de Europa para el caprino) aunque sus razas tradicionales se estén recuperando.





↑
Ejemplar macho de araña lobo (*Alopecosa pulverulenta*).

Estos cambios en número de cabezas, de especies o razas, conllevan modificaciones en los usos del suelo, cambios en el paisaje y alteraciones del medio ambiente, en gran medida desconocidos. De hecho, el sector ganadero no sólo trata de sobreponerse a coyunturas políticas o económicas, a nuevos estilos de vida desvinculados del medio rural o a las nuevas demandas, sino que debe afrontar otras dificultades que se multiplican cuando añadimos condicionantes físicos (climatología adversa, orografía difícil, suelos pobres, etc.) o sociales (población envejecida, despoblamiento, malas comunicaciones, etc.).

Estos condicionantes caracterizan extensas áreas de Asturias definidas como Zonas Desfavorecidas, donde existe un alto riesgo de abandono de la actividad agraria, de pérdidas de biodiversidad y patrimonio cultural.

Muchas de esas zonas están, además, tapizadas por brezales, los matorrales dominantes en Asturias (cubren más del 20% de la superficie) (García Manteca *et al.*, 2005). A pesar de su extensión, de estar incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitats y del contexto socioeconómico en el que se encuadran, los esfuerzos por conocer el funcionamiento de sus ecosistemas son mucho menores que los dedicados a los bosques maduros, cuya importancia ambiental, económica o social parecen fuera de toda duda (Ruiz Pérez *et al.*, 2007).

Mientras tanto, el despoblamiento del medio rural avanza y los brezales proliferan en las zonas abandonadas, acumulándose grandes cantidades de una fitomasa leñosa que incrementa el riesgo de unos incendios que retroalimentan la marginalización de esas zonas, empobreciéndose aún más los suelos, reduciéndose su biodiversidad, generándose conflictos sociales, etc.

Trabajos desarrollados por el SERIDA

Cómo romper este círculo vicioso es una pregunta a la que trata de dar res-

puesta el SERIDA, a través de las líneas de investigación desarrolladas en el Área de Sistemas de Producción Animal por el equipo liderado por el Dr. Koldo Osoro Otaduy.

Partiendo de la hipótesis central de que un manejo ganadero adecuado puede constituir una estrategia de desarrollo sostenible en estas zonas desfavorecidas dominadas por el matorral (Osoro *et al.*, 2005), dicho equipo está desarrollando diferentes líneas de investigación.

Una de ellas dio lugar a la Tesis Doctoral titulada "Efectos del pastoreo sobre los artrópodos en brezales-tojales de la Cordillera Cantábrica" (Rosa García, 2010), donde se evalúa la respuesta de la fauna invertebrada ante diferentes manejos ganaderos.

Como grupos animales protagonistas se seleccionaron las arañas lobo (Orden Araneae, Familia Lycosidae), los murgaños (Orden Opiliones) y los escarabajos (Orden Coleoptera, Familia Carabidae).

A través de diferentes experimentos se estudió la respuesta de esta fauna dependiendo de: la raza y la especie de ganado, la carga ganadera, la composición del rebaño o el tipo de vegetación.

Pastoreo con caprino

Inicialmente, se manejó una sola especie (caprino) para examinar si sus efectos sobre la fauna variaban dependiendo de la carga ganadera (alta: 15 cabras/ha frente a baja: 6,7 cabras/ha) o de la raza (autóctona de tronco celtibérico frente a la cachemira).

Se observó que, globalmente, la abundancia de artrópodos o el número de especies eran similares entre parcelas. Sin embargo, ciertos grupos como los escarabajos (Gráfico 1) o ciertas arañas como *Pardosa pullata* parecían preferir los brezales pastados con mayor carga ganadera, donde habían proliferado las plantas herbáceas y se había reducido más el matorral como consecuencia del intenso ramoneo.



↑
Hembra de murgaño (*Odiellus spinosus*).



↑
Escarabajo carábido (*Carabus macrocephalus*).



Las condiciones microclimáticas allí generadas no eran óptimas para otros grupos, como los Opiliones o la araña *Pardosa nigriceps*, que preferían las parcelas con menor carga, donde se conservaba una mayor cobertura de matorral y los niveles de humedad a nivel del suelo eran mayores. Es decir, el ganado afectaba o no a los artrópodos sobre todo a través de los cambios que producía en la vegetación (Rosa García *et al.*, 2009a). La raza de caprino tuvo poca importancia para esa fauna, ya que era similar entre parcelas pastadas por cabras cachemiras o celtibéricas.

Una vez finalizado el pastoreo, se conservaron esas parcelas sin pastar durante dos años, transcurridos los cuales se vol-

vieron a colocar las trampas para estudiar los artrópodos y se muestreó la vegetación. Se observó que la fauna apenas había cambiado, en gran medida porque tampoco lo había hecho la vegetación, ya que persistían las diferencias generadas durante la etapa de pastoreo (Rosa García *et al.*, 2009b).

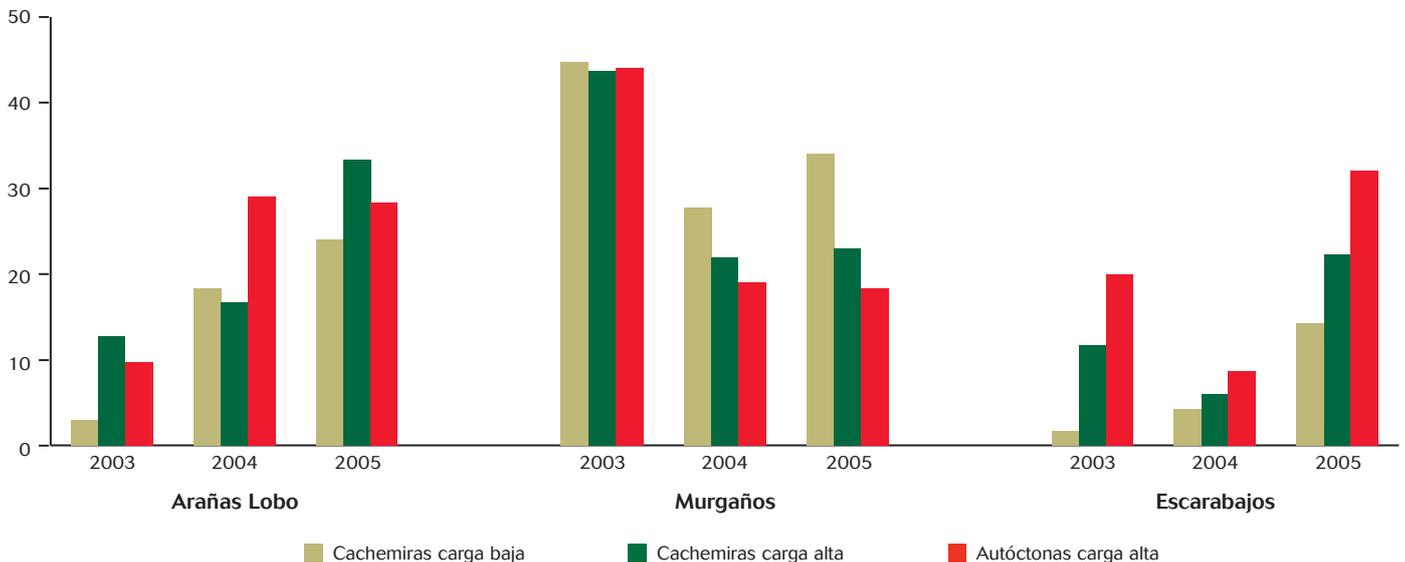
Pastoreo con ovino vs caprino

El siguiente paso consistió en comparar el efecto de dos especies de ganado (caprino y ovino) pastando en tres tipos de matorral: dominado por brezos (*Erica spp.*, *Calluna vulgaris*), por tojo (*Ulex gallii*) o por herbáceas (mayoritariamente gramináceas).

←
Cabra de raza autóctona.

→
Cabra de raza Cachemira.

↓
Gráfico 1.-Abundancia media de los principales grupos de artrópodos en cada tratamiento durante los tres años.



El tipo de vegetación fue el factor más determinante para la fauna, la cual tendía a ser más abundante, y más diversa si pastaba el ovino, especialmente en las zonas dominadas por brezo que en las dominadas por tojo (Gráfico 2), mientras que en las dominadas por herbáceas la fauna era menos variada, pero constaba de ciertas especies características y más abundantes en ese tipo de medios (Rosa García *et al.*, 2010b).

El efecto de las dos especies de ganado sobre los invertebrados se manifestaba a través de la forma en que el ovino o el caprino modificaban la vegetación, y por tanto los recursos para la fauna de artrópodos. Así, mientras las comunidades de artrópodos eran similares entre parcelas dominadas por brezo y no parecía influir qué especie de ganado pastaba, en las dominadas por herbáceas surgían las mayores diferencias en la fauna, ya que donde pastaba el caprino se redujo más la cobertura de leñosas, sobre todo del tojo, y proliferaron más las herbáceas. Por el contrario, el ovino fue menos eficaz para controlar el avance del tojo (Jáuregui *et al.*, 2009).

Este experimento constató la relevancia de los brezales para la fauna y la importancia de la selección de las especies ganaderas para el desarrollo de las comunidades vegetales y animales.

Pastoreo con vacuno u ovino o rebaños mixtos con caprino

El último experimento valoró si en zonas parcialmente mejoradas, donde el brezal-tojal dominado por tojo coexistía



↑
Hembra de araña lobo
(*Pardosa pullata*).



↑
Macho de araña lobo
(*Pardosa nigriceps*).



↑
Brezos (*Calluna vulgaris*).

←
Tojo (*Ulex gallii*).

→
Herbáceas gramíneas.

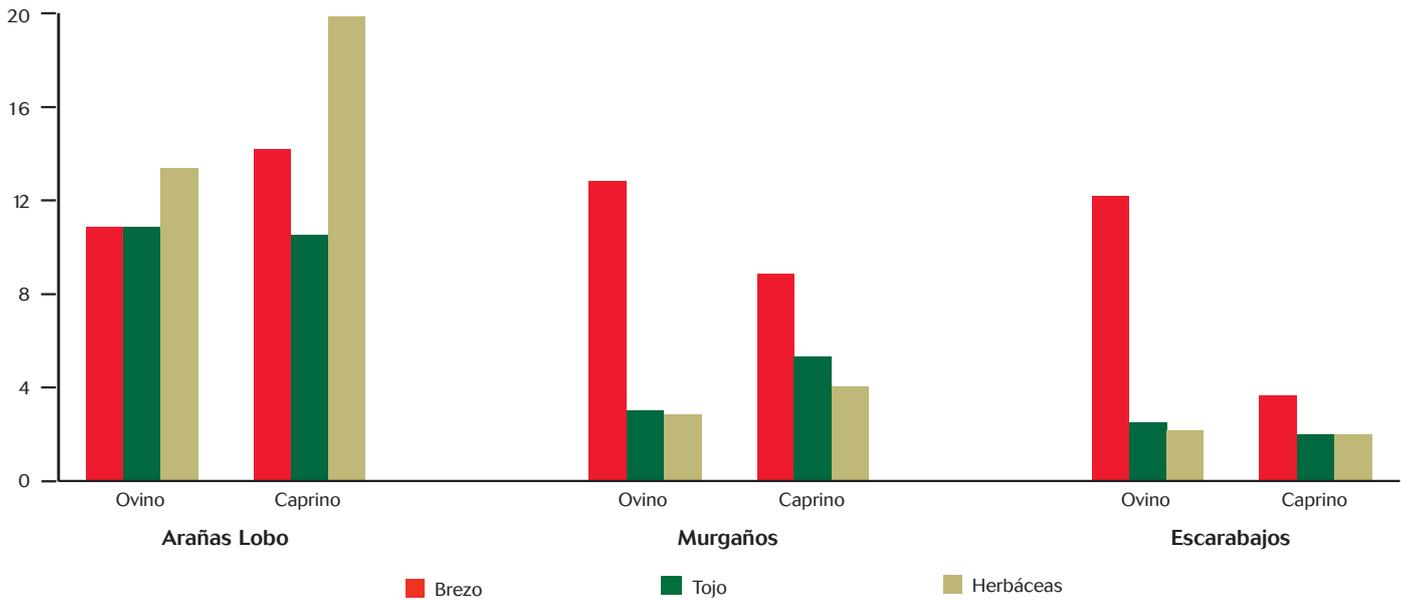
con una pradera de raigrás y trébol, la fauna variaba dependiendo de la especie (vacuno u ovino), del tipo de rebaño (mono-específico: de ovino o vacuno frente a mixto: pastando vacuno u ovino con caprino) y del tipo de vegetación (matorral o pradera).

El tipo de cubierta vegetal fue determinante en el efecto de la especie ganadera o el tipo de rebaño sobre los artrópodos (Rosa García *et al.*, 2011). Así, la fauna de la pradera parecía sensible a la especie que pastaba, mientras que para las comunidades del matorral el tipo de rebaño era más determinante. Tales diferencias se relacionaban nuevamente con la conducta de pastoreo y la selección de dieta del ganado, ya que mientras el vacuno o el ovino invertían más tiempo pastando en la pradera, el caprino lo hacía más en el matorral (Benavides *et al.*, 2009).

En las praderas, la fauna estaba compuesta por arañas linífidas, arañas lobo, chinches y escarabajos, característicos de ambientes perturbados o que prefieren zonas más abiertas (Rosa García *et al.*, 2010a), y difería si pastaba ovino o vacuno, ya que ciertos artrópodos eran más abundantes con una especie de ganado que con otra (Rosa García *et al.*, 2011).

El matorral presenta mayor diversidad de artrópodos que la pradera y alberga grupos típicos de ambientes más estables, más forestales o que requieren más cobertura vegetal y mayores niveles de humedad, como es el caso de muchos murgaños, milpiés, ciertos escarabajos





(p.ej. *Carabus macrocephalus* o *Steropus gallega*) o varias arañas lobo (p.ej. *Pardosa nigriceps*) (Rosa García *et al.*, 2010a).



Las comunidades de artrópodos diferirían en gran medida dependiendo de la presencia o no del caprino (respondiendo por tanto al tipo de rebaño). Este pequeño rumiante consumía más tojo que el vacuno o el ovino, contribuyendo a generar una vegetación con una estructura y unas condiciones microclimáticas más variadas y beneficiosas para un mayor número de artrópodos distintos que las observadas en zonas pastadas por rebaños monoespecíficos (Rosa García *et al.*, 2011).

↑
Gráfico 2.-Abundancia media de los principales grupos de artrópodos atendiendo a la especie de ganado (ovino o caprino) y al tipo de brezal (dominado por brezo, por tojo o por herbáceas).

Se constata la contribución del matorral de brezal-tojal al mantenimiento de la biodiversidad en estas zonas parcialmente mejoradas y la utilidad del caprino en los rebaños mixtos para mantener altos niveles de heterogeneidad estructural en la vegetación y de diversidad faunística, así como para limitar el rebrote de tojo en las zonas mejoradas.

←
 Ovino en parcela dominada por tojo.



→
 Rebaño mixto de ovino y caprino.

→
 Rebaño monoespecífico de vacuno.



→
Caprino pastando en
brezal-tojal.



↑
Escarabajo estafilínido
(*Ocytus sp.*).



↑
Murgaño (*Phalangium
opilio*).



↑
Macho de araña linífida
(*Erigone sp.*).



↑
Milpiés en posición
defensiva.



Conclusión

Como conclusión final, se ha puesto de manifiesto que la biodiversidad de los brezales-tojales cantábricos puede ser potenciada a través de un manejo controlado de la cubierta vegetal por parte del ganado, seleccionando las especies y razas, los tipos de rebaño y las cargas ganaderas en función de las condiciones de cada zona, y atendiendo a la vegetación presente. De esta manera se puede desarrollar una producción sostenible y diferenciada a la vez que se mantienen altos niveles de biodiversidad.

Bibliografía

- BENAVIDES, R.; CELAYA, R.; FERREIRA, L. M. M.; JÁUREGUI, B. M.; GARCÍA, U.; OSORO, K. (2009). Grazing behaviour of domestic ruminants according to flock type and subsequent vegetation changes on partially improved heathlands. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7, 417-430.
- GARCÍA MANTECA, P.; VALDERRÁBANO LUQUE, J.; ÁLVAREZ GARCÍA, M. A. (2005). Cartografía y tipificación de los pastos de Asturias. En *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural, Vol. II* (de la Roza, B.; Martínez A.; Carballal A. eds.), pp. 731-737. XLV Reunión Científica de la SEEP, SERIDA, Gijón.
- JÁUREGUI, B. M.; GARCÍA, U.; OSORO, K.; CELAYA, R. (2009). Sheep and goat grazing effects on three Atlantic heathland types. *Rangeland Ecology and Management*, 62, 119-126.
- OSORO, K.; MARTÍNEZ, A.; OLIVÁN, M.; GARCÍA, U.; CELAYA, R. (2005). Manejo de los herbívoros domésticos para la biodiversificación

y el desarrollo rural sostenible. En *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural, Vol. I* (Osoro, K.; Argamentería, A.; Larraceleta, A. eds.), pp. 45-71. XLV Reunión Científica de la SEEP, SERIDA, Gijón.

- ROSA GARCÍA, R. (2010). Efectos del pastoreo sobre los artrópodos en brezales-tojales de la Cordillera Cantábrica. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Oviedo, Oviedo.
- ROSA GARCÍA, R.; JÁUREGUI, B. M.; GARCÍA, U.; OSORO, K.; CELAYA, R. (2009a). Effects of livestock breed and grazing pressure on ground-dwelling arthropods in Cantabrian heathlands. *Ecological Entomology*, 34, 466-475.
- ROSA GARCÍA, R.; JÁUREGUI, B. M.; GARCÍA, U.; OSORO, K.; CELAYA, R. (2009b). Responses of arthropod fauna assemblages to goat grazing management in northern Spanish heathlands. *Environmental Entomology*, 38, 985-995.
- ROSA GARCÍA, R.; GARCÍA, U.; OSORO, K.; CELAYA, R. (2011). Ground-dwelling arthropod assemblages of partially improved heathlands according to the species of grazer and grazing regime. *European Journal of Entomology*, 108, 107-115.
- ROSA GARCÍA, R.; OCHARAN, F. J.; GARCÍA, U.; OSORO, K.; CELAYA, R. (2010a). Arthropod fauna on grassland-heathland associations under different grazing managements with domestic ruminants. *Comptes Rendus Biologies*, 333, 226-234.
- ROSA GARCÍA, R.; OCHARAN, F. J.; GARCÍA, U.; OSORO, K.; CELAYA, R. (2010b). Ground-dwelling arthropod communities present in three types of Cantabrian (NW Spain) heathland grazed by sheep or goats. *European Journal of Entomology*, 107, 219-227.
- RUIZ PÉREZ, M.; GARCÍA FERNÁNDEZ, C.; SAYER, J. A. 2007. Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas*, 16, 81-90. ■



Fertilización y conservación de las praderas en manejo ecológico

ANTONIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ. Jefe del Departamento Tecnológico y de Servicios. SERIDA. anmartinez@serida.org

ADELA MARTÍNEZ FERNÁNDEZ. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. SERIDA. admartinez@serida.org



La producción ecológica de rumiantes ha de estar basada en los forrajes conseguidos de forma eficiente en la propia explotación, siendo las praderas el elemento esencial debido a su potencial de producción, facilidad de manejo, bajos costes de aprovechamiento (principalmente cuando se realiza a diente por los animales) y a las buenas condiciones edafoclimáticas que, en general, presenta Asturias para estos cultivos.

La fertilización de las praderas se señala a menudo como uno de los pro-

blemas básicos a la hora de afrontar la puesta en marcha de sistemas de producción animal en ecológico. Ello deriva, en gran medida, del cambio de visión que supone mantener la fertilidad de los suelos sin el uso sistemático de abonos de síntesis, como ocurre en la producción convencional.

Por otro lado, es necesario trabajar con el objetivo de alargar todo lo posible la vida útil de la pradera para reducir los costes de producción que representan la realización de labores de regeneración

↑
El estiércol debe quedar bien disgregado para favorecer su mineralización.



del pasto y los gastos energéticos que conllevan. Con ello, se contribuye no sólo a la economía de la explotación, si no también a un mejor tratamiento medio-ambiental de la misma.

En este trabajo se abordan estos dos aspectos mediante recomendaciones de manejo de la fertilización y de labores para la conservación de las praderas, siempre desde el prisma de la producción ecológica.

Fertilización

En las praderas de producción ecológica el aporte de nutrientes está limitado a los materiales orgánicos y a las leguminosas; básicamente, el trébol blanco y el violeta. Los primeros, aportan, además de materia orgánica, una gama amplia de elementos, principalmente fósforo, potasio y una cierta cantidad de nitrógeno (Tabla 1). Por su parte, las leguminosas enriquecen el suelo en nitrógeno al ser capaces de captarlo del aire y ponerlo a disposición de las plantas.

Los tres pilares básicos de la fertilización de las praderas ecológicas son:

- Seguimiento de los nutrientes del suelo a través de análisis frecuentes.
- Correcta distribución de los abonos orgánicos.
- Mantenimiento de niveles altos de trébol en las parcelas.

Análisis de suelos

Un aspecto importante a tener en cuenta es el adecuado mantenimiento de la estructura física del suelo que evite el apelmazamiento excesivo del terreno, facilite la aireación y que, por tanto, permita una buena actividad de los microorganismos en el mismo. También, es importante hacer un seguimiento de los niveles de nutrientes a través de análisis frecuentes de suelo (por lo menos cada dos o tres años), de tal forma que oriente para realizar actuaciones preventivas en caso de producirse carencias de algunos elementos.

Respecto a los aspectos químicos, conviene destacar que la acidez es uno de los parámetros de interés a controlar, ya que de ella depende en gran medida la efectividad de las actuaciones en la fertilización e incluso en los aspectos físicos del suelo. Esta acidez vendrá expresada principalmente por el valor del pH, y cuando los niveles del mismo son inferiores a 5,0, hay que tener en cuenta el posible exceso de aluminio.

Para facilitar la solubilidad de los elementos y favorecer la proliferación de leguminosas, se deben alcanzar valores de pH en torno a 6,0 – 6,5 y procurar que el aluminio no supere el 10 – 15% del complejo de cambio, por lo que es necesario, en ambos casos, aportar un producto encalante hasta conseguir dichos niveles. Este encalado no suele superar los 2.000 – 2.500 kg/ha y puede realizarse con caliza molida o mejor en

	Purín de vacuno Kg/m ³	Estiércol de vacuno Kg/t
Densidad	1,026	
Materia seca	54,1	320
Cenizas	19,8	456
Nitrógeno kjeldalh	2,70 (Nt)	5,87 (Nt)
P	0,69 (P ₂ O ₅)	6,80 (P ₂ O ₅)
K	2,62 (K ₂ O)	7,16 (K ₂ O)
Ca	2,38 (CaO)	15,38 (CaO)
Mg	0,66 (MgO)	2,81 (MgO)

→ **Tabla 1.**-Resultados analíticos de los abonos orgánicos utilizados en las parcelas de manejo ecológico en el SERIDA.



forma dolomítica, para aprovechar el aporte en magnesio que realiza esta última. Pero, si la cantidad a aportar, resultante de la interpretación del análisis, fuese superior a 3.000 kg/ha sería conveniente plantear las correcciones de forma progresiva en dos o tres años. En el caso de praderas ya implantadas, el encalado debe efectuarse en otoño, separado en el tiempo del resto de aportes fertilizantes a la parcela.

Si bien todos los elementos son importantes, también se debe prestar especial atención a los niveles de fósforo y potasio del suelo, dada su estrecha relación con la presencia de leguminosas en el pasto. Los niveles óptimos variarán en función de factores como la textura del suelo, siendo los valores aceptables 20–25 ppm (partes por millón) para el fósforo y 150–200 ppm para el potasio.

Distribución de abonos orgánicos

La distribución de los fertilizantes no debe ser uniforme a lo largo del año, sino que ha de amoldarse a los momentos de máximas necesidades de los cultivos,

a las mejores condiciones de eficacia y a las menores posibilidades de pérdidas por lixiviados.

Los abonos orgánicos más frecuentes en las explotaciones ganaderas son el estiércol y/o purín procedentes de los animales mantenidos en las mismas.

En el caso del purín se debe aplicar un 40% del producido a lo largo de todo el año antes del primer corte en primavera, un 40% antes del segundo corte y el 20% restante en otoño, cuando ya han pasado las condiciones de sequía del verano y hay humedad en el pasto por el comienzo de las lluvias otoñales.

Las características del estiércol, al ser un material sólido, hacen que su incorporación al terreno sea más lenta que el purín, lo que difícilmente permite una distribución estacional del mismo, debiendo aplicarse de una sola vez. Las aplicaciones más eficientes son las del final del invierno, dando tiempo a su mineralización antes de los primeros aprovechamientos; y es preferible que el estiércol esté maduro o compostado. Es importan-

↓
Estiércol en fase de compostaje.





La correcta distribución del purín a lo largo del año es importante para su eficiencia como fertilizante.



El trébol representa una fuente natural de fertilización nitrogenada en la parcela.

te tratar de evitar las aplicaciones de finales del otoño, momento en el que rutinariamente se vienen realizando, dada la notable mayor pérdida de nitrógeno que se produce en esta época.

Con el manejo de las cargas (animales por hectárea) contempladas en las nor-

mas de producción ecológica se estima la producción por hectárea de 40 – 45 m³ de purín ó 30 t de estiércol.

Estrategias para favorecer la presencia de trébol en las praderas

Los tréboles se implantan de forma lenta, especialmente el trébol blanco. Por



ello, necesitan para su desarrollo buenas condiciones de temperatura, de humedad y de luz, por lo que su presencia en las praderas es más abundante en la segunda parte de la primavera y a principios de verano.

Desde el punto de vista de la fertilidad de las praderas, el objetivo será conseguir una presencia importante de trébol en la pradera, que en todo caso no debería sobrepasar el 40% para evitar posibles problemas de timpanismo en los animales. Para ello, se deben seguir las siguientes estrategias:

- Asegurar unos niveles adecuados de calcio y fósforo.
- En las resiembras, aumentar las dosis de siembra respecto a las praderas de manejo convencional.
- Realizar aprovechamientos frecuentes, sin que haya una gran acumulación de biomasa, sobre todo de gramíneas, que impidan el paso de luz a los tréboles de menor tamaño. Para el trébol blanco, los pastoreos mejoran su persistencia frente a los aprovechamientos por siega.

En la producción ecológica, como situación excepcional derivada de la imposibilidad de conseguir niveles aceptables de fertilidad del suelo con el manejo de materiales orgánicos y de leguminosas, se acepta incorporar ciertos materiales minerales como fertilizantes,

como son los provenientes de la molienda directa de rocas. Sin embargo, la existencia de estos abonos permitidos no debe llevar al planteamiento de que pueden usarse rutinariamente como sustitutos directos de otros abonos prohibidos.

Labores de conservación y mejora del pasto o la pradera

El estado general de conservación y la duración de la pradera implantada dependen en gran parte del manejo al que se vea sometida. La frecuencia con la que va a ser necesaria una renovación de la misma vendrá marcada por la pérdida de las especies sembradas, lo que deriva en la merma del potencial de producción y/o valor nutritivo del forraje conseguido y, en consecuencia, en la producción animal esperada de la parcela.

Para conseguir el objetivo de retrasar el momento de esta posible degeneración de la pradera es necesario intervenir desde el mismo instante de la implantación con una serie de actuaciones que permitan mantener en el tiempo las características del pasto mejorado. Estas actuaciones se pueden ordenar de manera creciente según su coste de aplicación, que guardan una relación directamente proporcional con los rendimientos conseguidos, de tal forma que las más baratas son las que menores resultados



←
Máquina que permite regenerar la pradera, por corte de raíces, e incorporar semillas de diferentes especies.

producen y las más caras, las de mayor eficacia. Además, están ordenadas en el tiempo en el que pueden ser utilizadas desde la implantación de una pradera nueva. Estas actuaciones son:

–Resiembra natural de las especies sembradas.

Los sistemas de aprovechamiento del forraje desarrollados actualmente, como el ensilado, frente al henuficado que se venía realizando en épocas pasadas, producen un desgaste mayor de las especies sembradas y un empeoramiento de la persistencia de la pradera. Si bien no se trata de volver a labores muy demandantes de tiempo de trabajo, sí se puede tratar de aprovechar sus efectos. Así, es posible dejar un corte sin aprovechamiento forrajero para que las plantas puedan completar su maduración fisiológica, espiguen y resiembren de forma natural la pradera, manteniendo una renovación de las especies que hayan podido ir desapareciendo. Para que los resultados sean buenos es imprescindible que las especies que queremos preservar sean las dominantes, ya que si las que predominan son las que conforman la vegetación espontánea, el efecto de esta resiembra será el aumento de esta última, con efecto contrario de lo buscado. Una vez que se haya producido la caída de la semilla es conveniente dar un pase de pastoreo o de rulo compactador para poner en contacto la semilla con el terreno, favoreciendo así su germinación posterior.

–Apurado del pasto y distribución de la semilla.

Esta actuación está basada en la anterior, donde se sustituye la resiembra natural por la distribución de semilla comercial, tras un apurado previo del pasto existente con el objetivo de favorecer su contacto con el suelo. Posteriormente, también convendría realizar un pastoreo o labor de rulo con los fines señalados. Esta opción es más cara que la anterior por el coste de la semilla, pero puede ser puesta en práctica cuando la presencia de las especies sembradas ya empieza a comprometer los resultados perseguidos o no es posible realizar la resiembra natural.

–Apurado del pasto y distribución de la semilla con purín.

Se trata de una alternativa frente a la situación anterior, ya que permite colocar a la semilla acompañada de un sustrato que va a favorecer su germinación y primeros estadios de desarrollo. Por otra parte, impone el uso de maquinaria más pesada y voluminosa como la cuba de purín.

–Distribución de la semilla con escarificado.

El escarificado consiste en realizar un ligero movimiento de la capa superficial del terreno provocado por el raspado del suelo por varillas metálicas unidas a un bastidor arrastrado por un tractor. Esta máquina también puede llevar incorporada una tolva que permite la distribución simultánea de la semilla. El efecto beneficioso de la labor de esta máquina es doble. Por un lado, permite distribuir las semillas e incorporarlas al suelo y, por otro, rompe las raíces superficiales de las plantas provocando su multiplicación vegetativa y una mayor presencia en la pradera de algunas de ellas, como el trébol blanco, con sus repercusiones positivas sobre la producción y el valor nutritivo del forraje, como ya se mencionó anteriormente. Aunque se trate de un pase de maquinaria, éste se realiza de forma bastante rápida y no resulta una operación costosa.

–Siembra directa.

Si el grado de envejecimiento y de degradación de la pradera es importante, y con las medidas anteriores es difícil reconducir la situación hacia una presencia significativa de las especies que habíamos sembrado, se puede poner en marcha una renovación por el sistema de siembra directa.

–Renovación total por laboreo convencional.

Se trata de la opción más costosa pero con los resultados más satisfactorios de las comentadas anteriormente. Está indicada en praderas muy degradadas, donde se busca llegar a una situación de cobertura total del suelo con las especies escogidas según el uso al que se vaya a destinar este terreno. ■



Producción y calidad nutritiva de prados, praderas y cultivos forrajeros anuales en Villaviciosa (Asturias)

ADELA MARTÍNEZ FERNÁNDEZ. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. admartinez@serida.org

BEGOÑA DE LA ROZA DELGADO. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. broza@serida.org

SAGRARIO MODROÑO LOZANO. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. msmodrono@serida.org

ALEJANDRO ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ. Jefe del Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. afargamentería@serida.org



Resumen

En este artículo se sintetizan los resultados de 12 años consecutivos de controles de producción y los análisis de contenido en principios nutritivos de prados, praderas y cultivos forrajeros anuales, manejados de forma convencional y aprovechados por vacuno lechero, en la Unidad de Leche del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), en Villaviciosa, Asturias.

La información obtenida es útil para tomar decisiones sobre el destino de las

superficies forrajeras y para programar estrategias de suplementación. Constituye, además, un referente para comparar nuevas modalidades de producción de pastos y forrajes.

Introducción

La Unidad de Producción de Leche, al iniciar su actividad experimental, disponía de 24,1 ha de superficie de pasto, dividida en 18 parcelas para la ordenación del pastoreo rotacional. Originariamente, eran prados que se sustituyeron por pra-



Pradera sembrada en la Unidad de Leche del SERIDA (Villaviciosa, Asturias).



dera de larga duración compuesta por raigrás inglés, raigrás híbrido y trébol blanco, excepto dos parcelas que, por su relieve accidentado, quedaron siempre como prados.

El suelo tiene textura franco-arcillosa. El pH inicial en las diversas parcelas oscilaba entre 5,9-6,5. El fósforo, el potasio y el calcio se situaron en valores normales. De acuerdo con estos valores, el abonado inicial de fondo fue de 120 kg/ha de P₂O₅ y 80 de K₂O. En años posteriores se ajustó el abonado en función del resultado de análisis de suelos.

La fertilización nitrogenada, siempre en forma de urea, consistió en el aporte de 30 kg/ha de N con el abonado de fondo y tras cada aprovechamiento en pastoreo (salvo en condiciones de sequía, encharcamiento, finales de otoño o excedente de pasto).

Algunas parcelas recibieron cortes para ensilar en abril-mayo (6-7 semanas de crecimiento tras pastoreo previo y 100 kg/ha de N) y/o junio-julio (5-6 semanas de crecimiento tras pastoreo o corte previo para ensilado). El total anual de N no fue un valor fijo, si no dependiente de las condiciones climatológicas del año y de que el manejo fuera en régimen de sólo pastoreo o incluyese uno o dos cortes para ensilar. La carga ganadera se mantuvo en el intervalo 2,2-2,3 unidades de cabeza mayor por ha, con vacas frisonas.

Según las observaciones recogidas en la estación meteorológica del SERIDA en Villaviciosa, durante los 12 años considerados, la temperatura media anual fue de 13,2 ± 0,40 °C y la pluviometría total anual de 1101,8 ± 210,24 mm en 168,8 ± 32,92 días de lluvia. Los valores correspondientes al verano (junio a septiembre incluidos) fueron 17,8 ± 0,48 °C y 251,0 ± 89,19 mm en 45,8 ± 11,28 días de lluvia (valores medios ± error estándar). Hay que señalar que estos datos no difieren del promedio general desde 1978 hasta el presente.

Resultados

Producción

La tabla 1 recoge una síntesis de la producción de prados (sólo pastoreo), praderas con sólo pastoreo, praderas con un corte a ensilar, praderas con dos cortes a ensilar y rotación raigrás italiano-maíz forrajero, junto con el promedio de fertilización nitrogenada.

La cantidad de forraje obtenida es mínima para prados, máxima con rotación anual e intermedia en praderas, con variación según el manejo.

En el caso de la rotación raigrás italiano - maíz forrajero, la utilización anual puede desglosarse en 8,72 t MS/ha para el raigrás italiano y 14,63 t MS/ha para el



Tabla 1.-Producción de prados, praderas y rotación raigrás italiano-maíz forrajero (medias ajustadas por mínimos cuadrados ± error estándar).

	Total anual		Promedio anual	
	kg N/ha*año	Número de aprovechamientos/año	Utilización (t MS/ha*año)	Velocidad de crecimiento (kg MS/ha*día)
Prado	143 ± 9,7 a	7,6 ± 0,21 c	5,22 ± 0,361 a	16,7 ± 1,57 a
Pradera SP	179 ± 6,4 b	8,8 ± 0,10 d	7,27 ± 0,211 b	23,7 ± 0,92 b
Pradera 1C	248 ± 8,8 c	7,9 ± 0,22 c	8,16 ± 0,411 c	31,7 ± 1,76 c
Pradera 2C	261 ± 6,4 d	7,3 ± 0,15 b	11,11 ± 0,292 d	40,6 ± 1,28 d
Rotación:	380 ± 0,0 e	3,3 ± 0,46 a	23,35 ± 0,775 e	
Raigrás italiano				45,8 ± 3,38 d
Maíz forrajero				128,5 ± 3,38 e
	p ≤ 0,05	p ≤ 0,05	p ≤ 0,05	p < 0,01

MS = Materia seca; Pradera SP: Pradera en régimen de sólo pastoreo; Pradera 1C: Pradera con un corte a ensilar; Pradera 2C: Pradera con dos cortes a ensilar
a, b, c, d, e: Distinta letra en la misma columna señala diferencia al nivel de significación (p) indicado.



maíz. La mayor contribución a la producción anual radica, pues en el maíz, pero la del raigrás italiano no es nada desdeñable y no cabe defender la postura de prescindir de su cultivo para facilitar el del maíz.

En cuanto a la evolución de la producción a lo largo del año (Gráfico 1), el máximo se presentó en primavera para las praderas y en verano para los prados. De ahí que las primeras tengan una mayor cantidad de aprovechamientos susceptibles de recibir posterior cobertera de N y, en consecuencia, reciban más dosis anual de N. También, las praderas presentan menor cantidad de rechazos que los prados. Es decir, se aprovecha más el pasto que contienen lo que se traduce en una mayor ingestión media anual del mismo (9,4 vs 7,8 kg MS/vaca/día en praderas y prados, respectivamente; $p < 0,05$).

La evolución de la altura de las ofertas y rechazos se ajustó al mismo patrón que la cantidad de materia seca por ha.

Principios nutritivos

En cuanto a los principios nutritivos, conviene destacar que los rechazos contenían, en general, más materia seca, cenizas, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente libre de cenizas que las ofertas, así como menos proteína bruta, digestibilidad de la materia orgánica y contenido energético.



La evolución es bastante paralela a lo largo del año, acentuándose más las diferencias en verano (Gráfico 2). Es decir, las vacas ejercen un notable efecto selectivo y lo incrementan durante dicha estación, protegiéndose así de la pérdida de calidad nutricional de la hierba en oferta de junio a septiembre. A partir de las cantidades de ofertas y rechazos, y de su contenido en principios nutritivos, podemos estimar los de la hierba ingerida en pastoreo. En la tabla 2 figuran estos contenidos, junto con los de los forrajes segados para ensilar.

↑
El maíz forrajero es el cultivo que presenta mayor producción de los usados habitualmente en las explotaciones ganaderas asturianas.

↓
Tabla 2.-Composición estimada de la hierba ingerida en pastoreo según estaciones y promedio de los forrajes segados para ensilar.

	MS (%)	Cenizas (%MS)	PB (%MS)	FND (%MS)	FADSINCEN (%MS)	DenzMOndc (%)	DMOestndc (%)	EM (MJ/kgMS)	
Hierba	Pastoreo en primavera	17,9	9,1	25,1	38,9	21,5	77,9	80,0	11,9
	Pastoreo en verano	26,8	7,9	27,4	39,6	21,5	74,7	78,3	11,6
	Pastoreo en otoño	17,6	6,2	29,7	41,8	23,1	73,1	77,4	11,6
	Corte a ensilar en primavera	17,8	9,9	16,7	52,4	27,9	64,5	72,9	10,5
	Corte a ensilar en verano	23,1	8,8	16,6	51,6	27,7	60,1	70,5	10,3
Raigrás italiano	Corte invernal	13,6	9,1	21,0	42,0	22,4	81,7	82,0	11,9
	Primer corte de primavera	16,4	9,2	17,5	42,7	22,4	80,0	81,1	11,8
	Segundo corte de primavera	23,3	9,4	14,7	44,3	22,9	74,6	78,3	11,3
Maíz forrajero (1) Grano pastoso-vítreo	28,4	4,8	8,9	44,5	24,0	69,3	75,4	11,5	

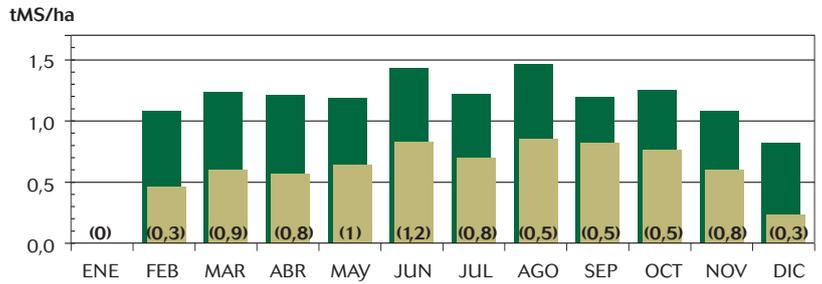
MS = Materia seca; PB = Proteína bruta; FND = Fibra neutro detergente; FADSINCEN = Fibra ácido detergente libre de cenizas; DenzMOndc = Digestibilidad neutro detergente-celulosa de la materia orgánica; DMOestndc = Digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica estimada en función de la anterior; EM = Energía metabolizable estimada en función de la anterior; (1) Contiene además un 27,2 %MS de almidón.



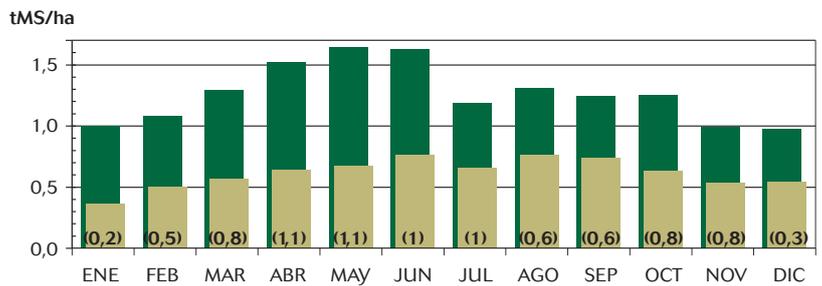
→ **Gráfico 1-** Evolución a lo largo del año de las cantidades de ofertas y rechazos según clases de pasto.

■ OFERTAS ■ RECHAZOS 🍷 FORRAJE SEGADO PARA ENSILAR ○ N.º APROVECHAMIENTOS POR PARCELA Y MES

Prados

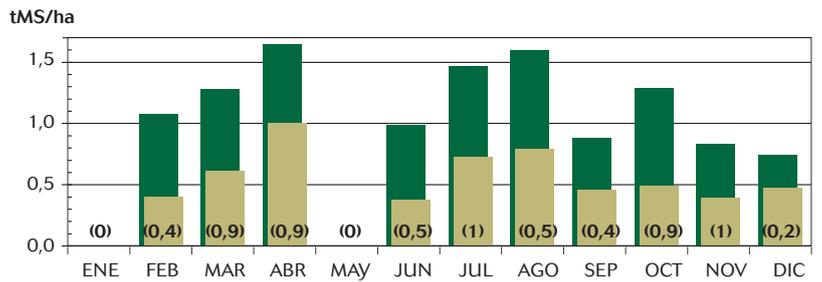


Praderas Sólo pastoreo



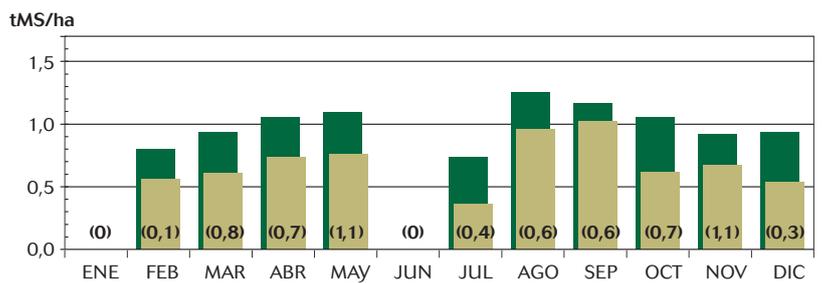
Praderas Corte único (temprano)

🍷 Corte a ensilar: 4,8 tMS/ha



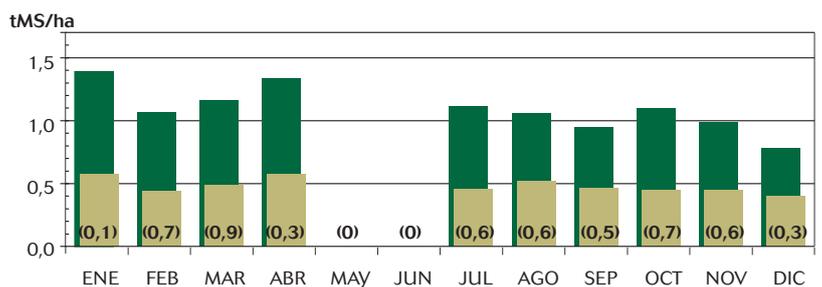
Praderas Corte único (tardío)

🍷 Corte a ensilar: 2,7 tMS/ha



Praderas Dos cortes

🍷 Corte 1 a ensilar: 4,4 tMS/ha
🍷 Corte 2 a ensilar: 3,1 tMS/ha





Efecto de la suplementación en pastoreo

La suplementación del ganado redujo la ingestión de pasto e incrementó el número de aprovechamientos anuales por parcela, de forma más acusada en prados, pero no se observó ningún efecto sobre velocidad de crecimiento ni de utilización del pasto. Respecto a la composición de la hierba en oferta, hay que destacar que la suplementación disminuyó de forma general el contenido en materia seca y aumentó el de fibra neutro detergente. En prados y praderas de sólo pastoreo, también disminuyó el de proteína bruta. En lo concerniente a rechazos, también la suplementación indujo cambios estadísticamente significativos, pero sin ajustarse a un patrón definido.

Variedades

La elección de la variedad de raigrás inglés influyó sobre la producción de las praderas, que se ajustan razonablemente a lo previsible según los resultados publicados en la Lista Española de Variedades Comerciales.

También afectó al contenido en principios nutritivos de ofertas y rechazos, especialmente en régimen de sólo pastoreo, en el que el ganado puede realizar una mayor selección de dieta.

Quedó patente que las variedades precoces tienen mayor contenido energético y proteico que las tardías. También las tetraploides, lo cual es imputable a su mayor proporción de hoja. La variedad cv. 'Brigantia', muy solicitada para praderas de pastoreo, aunque es tardía y diploide, presenta un césped muy denso y hojoso, por lo cual también se comporta a este respecto de manera similar. En todo caso, hay que resaltar que nunca se trató de efectos de gran importancia. Conviene señalar que debe primar el reparto de parcelas con variedades precoces, intermedias y tardías, a fin de ordenar bien el pastoreo rotacional.

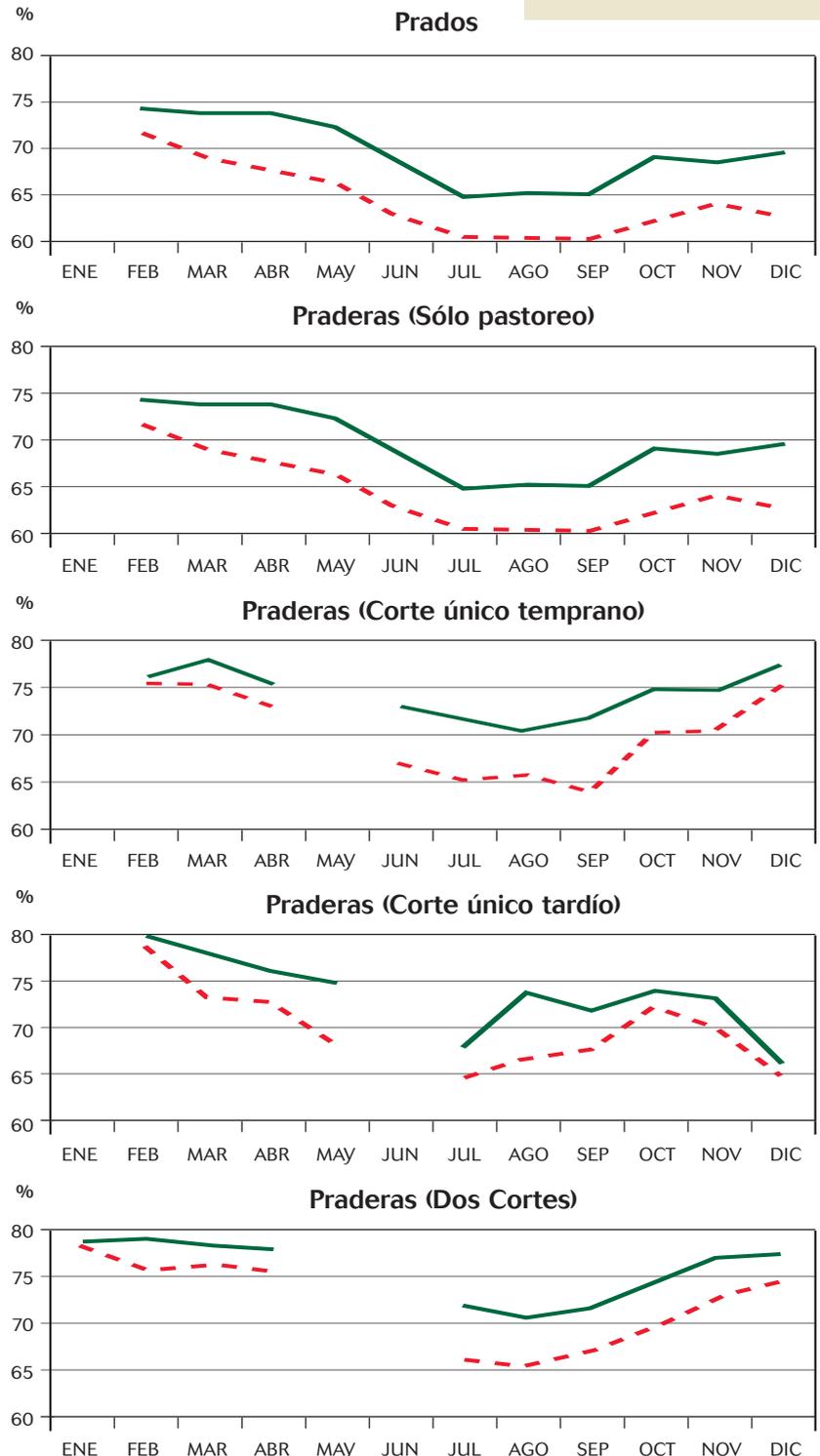
Rotación

La rotación raigrás italiano-maíz resultó sumamente productiva, aunque es

DMOestndc

— OFERTA
- - - RECHAZO

↓
Gráfico 2.-Evolución anual de la digestibilidad de la materia orgánica estimada según método neutro detergente-celulasa (DMOestndc), en ofertas y rechazos de hierba de pradera aprovechada exclusivamente en pastoreo.





Triticale + haboncillo.
La introducción de leguminosas antes del cultivo del maíz aporta beneficios a la rotación completa.



muy exigente en fertilización nitrogenada. Ahora bien, se podrían utilizar otras estrategias con el fin de reducir considerablemente estos aportes sin que afecten de forma significativa a los resultados productivos, como pueden ser:

- Sustituir el raigrás italiano por una leguminosa forrajera de invierno, en monocultivo o asociada a un cereal también de invierno.
- Sembrar soja inoculada con *Rhizobium* a voleo antes del maíz en líneas, o bien líneas intercalares de ambos con una sembradora especial.

Además, de esta manera podemos evitar abusar de las gramíneas y, sin detrimento del alto contenido energético de esta asociación, aliviar algo su limitante contenido proteico.

Agradecimientos

La actividad investigadora que dio origen a la presente síntesis fue financiada por el

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria a través de los Proyectos INIA 7582, INIA 9043, INIA SC-95-022 e INIA SC-99-032.

Más información

El lector interesado puede encontrar más detalles acerca de esta síntesis de resultados en la Revista *Pastos*, XXXVIII (2), 187-224.

Lista Española de Variedades Comerciales. Las actualizaciones anuales de variedades están disponibles en www.ciam.es, bajo el título de "Valor agronómico das variedades comerciales de gramíneas e leguminosas pratenses". Todas las variedades incluidas en la síntesis son susceptibles de ser comercializadas en España por estar en la Lista Española de Variedades Comerciales, en el Catálogo Común de Especies Agrícolas de la Unión Europea o en Lista de Variedades Admitidas para la Certificación de Semillas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

http://www.ciam.es/publicaciones/difusion/variedades_pratenses2008.pdf ■



Conservación de forrajes de invierno

ADELA MARTÍNEZ FERNÁNDEZ. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. SERIDA. admartinez@serida.org

ALEJANDRO ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ. Jefe del Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. SERIDA. afargamenteria@serida.org



Forrajes de invierno para ensilar

La reducida base territorial disponible en las explotaciones de la Cornisa Cantábrica, junto con la marcada estacionalidad de la producción forrajera, son algunos de los factores estructurales limitantes de la rentabilidad del sector agro-ganadero.

Para paliar estos inconvenientes, es preciso garantizar la máxima cobertura

de las necesidades nutritivas del ganado sobre la base de producciones forrajeras propias y superar la estacionalidad, posibilitando la calidad y uniformidad de la ración en todo momento. Al respecto, las alternativas forrajeras intensivas anuales maximizan la producción por hectárea, pero la concentran entre dos y cuatro cortes anuales. Es necesario por tanto acudir a técnicas de conservación de forrajes. Entre ellas, la más apropiada para estos cultivos es el ensilado.

↑
Ensilado en rotopacas.





↑
Monocultivo de Raigrás italiano.

Cabe destacar que, en las explotaciones lecheras del norte de España, la rotación de cultivo más habitual, por su elevada productividad, es la de maíz-raigrás italiano, repetida de forma continua a lo largo del tiempo. Pero, además de ser muy exigente en cuanto a fertilización nitrogenada, tiene efectos negativos sobre la fertilidad del suelo al no haber presencia de ninguna leguminosa. Ello ha motivado la sustitución del raigrás italiano por otros cultivos forrajeros de invierno que lo superen en valor nutritivo, especialmente en el contenido proteico.

El interés por los cultivos forrajeros anuales no supone olvidarse de las praderas de corta y larga duración, ya que son un importante sumidero de dióxido de carbono, gracias a la importante actividad fotosintética que ejercen. Además, su capacidad de recubrimiento evita pérdidas mecánicas del suelo, lo defiende de la erosión, incrementa la biomasa vegetal por hectárea y la superficie en contacto con el aire, facilitando la captación de luz y CO₂.

En las condiciones de la Cornisa Cantábrica, la avena (*Avena sativa* L.) y la

cebada (*Hordeum vulgare* L.) fueron muy utilizadas; si bien, el triticale (x *Triticosecale* Wittm.) está cada vez más introducido. En monocultivo, los cereales presentan pocas ventajas frente al raigrás italiano, pero asociados a una leguminosa, sí que evitan problemas edáficos. Al respecto, fue y sigue siendo muy utilizada la veza (*Vicia sativa* L.).

En los últimos años, en el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), se han evaluado diversas leguminosas asociadas a avena vs. triticale. Destacan por su producción concentrada en un corte anual los resultados obtenidos con la asociación triticale-haboncillos cuando se cosechan una vez terminada la floración de las leguminosas. No obstante, en esta asociación, la calidad nutritiva del triticale resultó significativamente inferior a la de los haboncillos, por lo que se planteó también la posibilidad de utilizar solamente la leguminosa como monocultivo de invierno. En Galicia, se obtuvieron resultados muy prometedores con la asociación triticale-guisante forrajero.

En cualquier caso, conviene destacar que la producción de forraje y el poste-



rior valor alimenticio del ensilado de los forrajes de invierno está afectado por el estado de madurez, tiempo de presecado, picado, aditivo añadido para ensilar, etc.

Importancia del ensilado como método de conservación en zonas templado – húmedas

Según dijimos al principio, el aumento del tamaño de las explotaciones ganaderas conlleva la necesidad de más cantidad de alimentos conservados para cubrir las necesidades nutritivas de los animales durante el período invernal. En este sentido, la finalidad del ensilado como método de conservación, es preservar los forrajes con un mínimo de pérdidas de materia seca y de nutrientes, manteniendo una buena apetecibilidad por el ganado y sin que se produzcan durante el proceso sustancias tóxicas para la salud animal.

No obstante, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Para lograr buenas producciones de leche y/o carne a bajo coste, el conte-

nido en principios nutritivos de los forrajes tiene que ser elevado.

- Los métodos de conservación pueden a lo sumo mantener, pero nunca mejorar la calidad del forraje de partida. El resultado final puede provocar cambios sustanciales en la ingestión y metabolismo de los nutrientes y, consecuentemente, afectar a las producciones.
- La tecnología disponible para la conservación de forrajes húmedos permite explorar una nueva dimensión en el papel de las reservas forrajeras como integrantes de dietas completas mezcladas (unifeed) de alta calidad.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, los tres principales objetivos que se persiguen con la elaboración de ensilados de hierba y cultivos forrajeros de invierno son los siguientes:

- Aprovechar el exceso de forraje que se produce en primavera, debido al rápido crecimiento del mismo, antes de que éste se embastezca o se comprometa la siembra del cultivo de verano.
- Conservar ese forraje lo mejor posible para utilizarlo como alimento durante

↑
Triticale + haboncillo.

los periodos de estabulación (invierno y veranos muy secos).

- Conseguir un alimento de “relativo” bajo coste para el ganadero con un valor alimenticio aceptable.

Indicadores de calidad del ensilado

El valor energético y nitrogenado y la ingestibilidad de los ensilados, vienen determinados en función de los que presenta el forraje verde en el momento de su recolección y de las alteraciones producidas en los mismos ligadas a las técnicas de recolección, manejo y conservación.

Las pérdidas en el ensilado pueden oscilar desde un siete hasta más de un 40%. Éstas, pueden dividirse en dos clases. Las inevitables, como consecuencia de la respiración residual del forraje, los procesos fermentativos y el presecado en el campo, y las evitables, debidas a un mal manejo.

Además, con posterioridad, durante el almacenaje y el periodo de alimentación, es habitual que ocurra una infiltración de

aire en la masa ensilada, que estimula el crecimiento de microorganismos aerobios y provoca un rápido deterioro del ensilado. Las levaduras inician este proceso, degradando el ácido láctico y provocando el calentamiento de los ensilados, debido a reacciones exotérmicas, con la consiguiente pérdida de materia seca y energía.

Una mala fermentación debida a deficiencias en el acondicionamiento, compactación o cierre del silo, a contaminación con tierra o estiércol o a fallos humanos o mecánicos de cualquier tipo, no tiene solución y sólo se evita realizando bien el proceso. Ahora bien, una mala fermentación debida a problemas de ensilabilidad, puede prevenirse mediante aditivos que corrijan una escasez de azúcares solubles o un exceso de capacidad tampón. Incluso pueden atenuar los efectos perjudiciales del exceso de humedad. También, pueden ayudar en caso de escasez de bacterias lácticas y presencia de esporas butíricas e incluso mejorar la utilización digestiva y metabólica del ensilado.

Un aditivo debe cumplir los siguientes requisitos para que sea rentable el desembolso adicional que supone su compra:



→
Ensilado plataforma.

- Ser fácil y seguro de manejar.
- Reducir las pérdidas de materia seca y no aumentar la producción de efluente.
- Mejorar la calidad higiénica del ensilado inhibiendo el desarrollo de microorganismos indeseables.
- Limitar las fermentaciones secundarias y potenciar la estabilidad aeróbica.
- Incrementar el valor nutritivo, con la consiguiente mejora en producción animal o el abaratamiento de la ración alimenticia total.

Además, es muy importante conocer el valor nutritivo y fermentativo de los ensilados obtenidos, ya que nos permitirá:

- Efectuar racionamientos orientativos.
- Conocer si los aprovechamientos o las técnicas de conservación son adecuados.
- Determinar la calidad de los alimentos a adquirir, que normalmente presentan precios elevados en el mercado.
- Disminuir los costes de alimentación.

Beneficios económicos del aprovechamiento del excedente forrajero

Las consecuencias de todo lo anterior, para una buena gestión en las explotaciones, derivan de las siguientes consideraciones:

- Si se produce un excedente forrajero puntual, el ganado no puede aprovecharlo en verde. En consecuencia, se acumulan tallos secos y materia muerta, lo que embastece el pasto precisando la renovación de la pradera.
- Dada la estacionalidad de la producción forrajera, si no se dispone de forraje conservado en invierno y durante los períodos de sequía, será necesario adquirir alimentos fuera de la explotación.
- Es conocido que suplementando el pastoreo en zonas húmedas con forrajes conservados se incrementa la producción y calidad de la leche debido a una mayor ingestión total de materia seca.
- Una conservación de forrajes basada en la contratación de labores o en el empleo de maquinaria propia que no esté sobredimensionada, impone un beneficio económico para la explotación.



Plataforma para ensilar.

↓
Haboncillos.



Recomendaciones para la realización del ensilado

- Elegir el momento óptimo de corte de forma que se llegue a un compromiso entre cantidad y calidad. Para los cultivos herbáceos, el corte debe efectuarse cuando empiecen a encañar las gramíneas y a florecer las leguminosas.
- Prehenificar los cortes o los cultivos herbáceos en días de sol y viento.
- Pisar bien la masa a ensilar y cerrar bien el silo lo antes posible.
- La duración del ensilado, no es indefinida aunque haya fermentado correctamente. Debe consumirse antes de un año desde el cierre.
- Realizar un análisis químico para conocer la calidad nutritiva y fermentativa y, en función de ellas, hacer un racionamiento correcto.
- No existe ningún aditivo universal, pero bien elegido puede aumentar la ingestión de energía. En forrajes con exceso de humedad resulta de interés el ácido fórmico; con alta proporción de leguminosas, un producto azucarado y, si el forraje es rico en azúcares solubles, un inoculante.
- Para prevenir la inestabilidad aeróbica conviene utilizar ácido propiónico o un inoculante que contenga bacterias generadoras de ácido acético y propiónico.
- En el diseño de instalaciones para el ensilado es preciso tener en cuenta los efectos medioambientales de manera que se pueda controlar la producción de efluentes para que éstos no lleguen a cauces fluviales.

Agradecimientos

Esta información deriva de los resultados de diversos proyectos de investigación desarrollados en el Área de Nutrición, Pastos y forrajes del SERIDA financiados por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Bibliografía

- ARGAMENTERÍA, A.; DE LA ROZA-DELGADO, B.; MARTÍNEZ, A.; SÁNCHEZ, L. y MARTÍNEZ, A. 1997. *El ensilado en Asturias*. Ed.: Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias. ISBN: 84-7847-462-5. 127 pp.
- ARGAMENTERÍA, A.; DE LA ROZA-DELGADO, B.; MARTÍNEZ, A. y VICENTE, F. 2004. Yield of intercropped of triticale and fava bean according to their developing state. Preliminary results. En: *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions. Proceedings of EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION. 20th General Meeting. Luzaern - (Switzerland)*.
- MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; VICENTE, F.; DE LA ROZA-DELGADO, B.; ARGAMENTERÍA-GUTIÉRREZ, A. 2008. Ensilado de haboncillos en monocultivo o asociado a triticale. *Pastos*. V:XXXVIII(II): 75-90.
- MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A.; DE LA ROZA-DELGADO, B. y MARTÍNEZ, A. 2002. Mezclas cereal-leguminosa como forraje invernal en zonas húmedas. En: *Producción de Pastos, Forrajes y Céspedes*. Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP. 315-320. Eds. Chocarro, C.; Santiveri, F.; Fanlo, R.; Bovet, I.; Lloveras, J. Universidad Lleida. (España).
- MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; VICENTE, F.; DE LA ROZA-DELGADO, B.; SOLDADO, A.; MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A. 2006. Silage quality of faba-bean alone or with triticale growing organically. II: Effect of *Lactobacillus buchneri*. En: *Sustainable Grassland Productivity*. J. Lloveras et al. (Eds). Vol (11): 366-368. Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation. Badajoz (España).
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A.; VICENTE, F.; ARGAMENTERÍA, A.; SOLDADO, A.; DE LA ROZA-DELGADO, B. 2007. Estabilidad aeróbica de ensilados de haboncillos vs. Su asociación con triticale cultivados bajo condiciones orgánicas. En: *Los sistemas forrajeros: entre la producción y el paisaje*. Actas de la XLVI R.C. de la SEEP. 381-387. Vitoria (España).
- DE LA ROZA-DELGADO, B.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ, A. 2003. *El ensilado como método de conservación de forrajes. Serie Informes Técnicos*. Ed: KRK ediciones. SERIDA. Villaviciosa (España). 61 pp.
- DE LA ROZA-DELGADO, B.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; SOLDADO-CABEZUELO, A.; ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ, A. 2004. Evolución de la producción y ensilabilidad de la asociación triticale haboncillos, según su estado de desarrollo. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*. B. García Criado. ■



Biotechnologías reproductivas: Producción y criopreservación de embriones bovinos *in vitro*

CARMEN DÍEZ MONFORTE. Área de Genética y Reproducción. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA. mcdiez@serida.org

MARTA MUÑOZ LLAMOSAS. Área de Genética y Reproducción. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA. mmunoz@serida.org

JOSÉ NÉSTOR CAAMAÑO GUALDONI. Área de Genética y Reproducción. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA. jincaamano@serida.org

ENRIQUE GÓMEZ PIÑEIRO. Jefe del Área de Genética y Reproducción. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA. egomez@serida.org

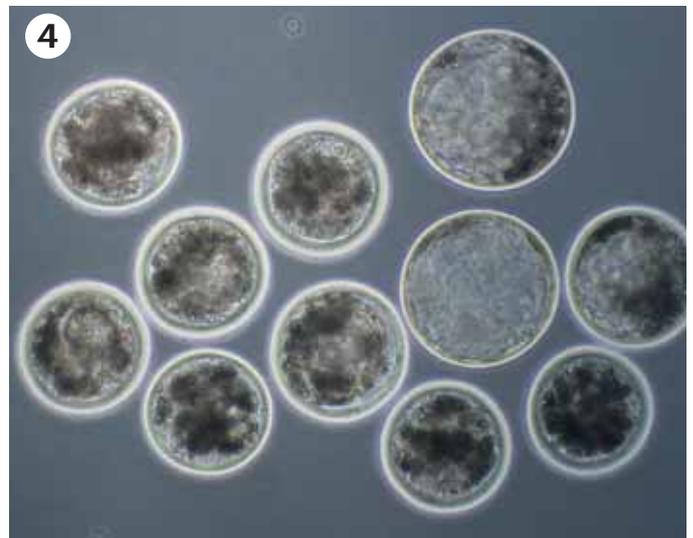
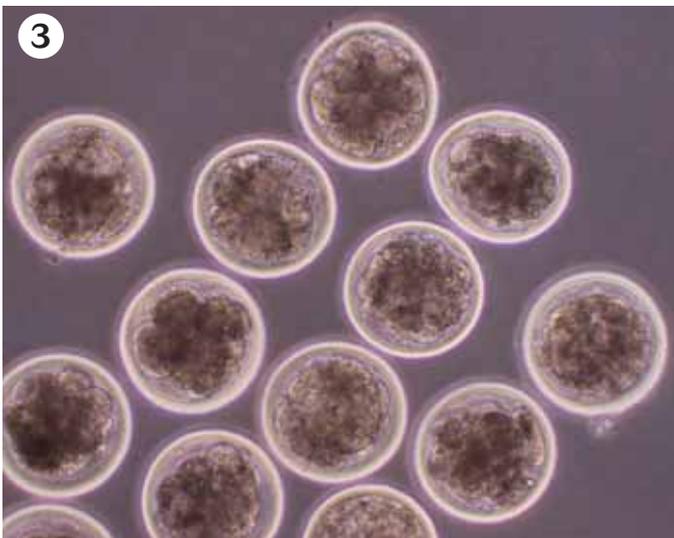
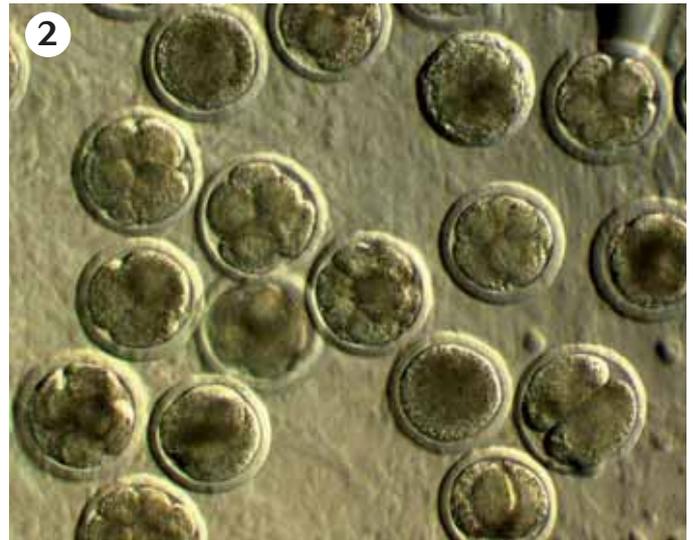
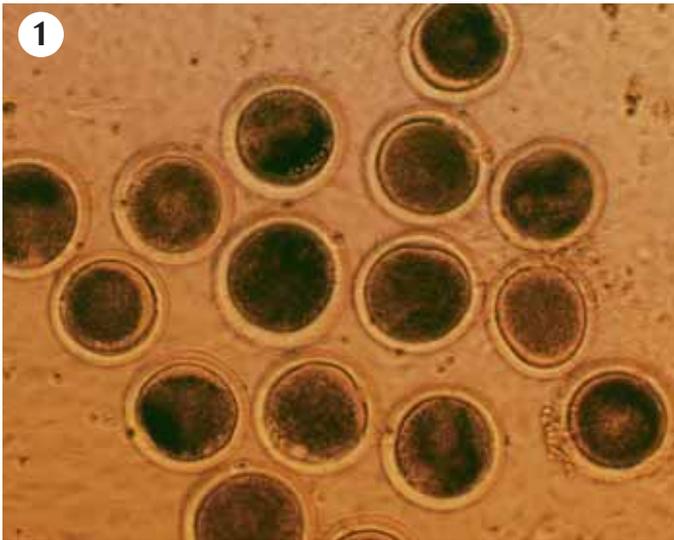


Producción de embriones

La producción de embriones bovinos *in vitro* se aplica, hoy en día, no sólo en investigación y como modelo para obtener embriones en otras especies, incluida la humana, sino también para obtener descendencia a partir de vacas de alto valor genético. También es útil para un último aprovechamiento de hembras sacrifi-

casas por motivos sanitarios, accidentes o reposición. En la actualidad, la recuperación de ovocitos de hembras vivas por punción transvaginal guiada ecográficamente (Ovum Pick-Up; OPU) y su posterior maduración, fecundación y cultivo *in vitro* permite la producción de embriones que pueden ser criopreservados o bien transferidos a hembras receptoras (Kruip *et al.*, 1994; Hasler *et al.*, 1995).





↑

Figura 1.-Zigotos bovinos producidos in vitro 1 día post-fecundación (post-FIV).

Figura 2.-Embriones bovinos producidos in vitro en día 3 post-FIV.

Figura 3.-Embriones bovinos producidos in vitro en día 6 post-FIV

Figura 4.-Embriones bovinos producidos in vitro en día 8 post-FIV.

Los avances más recientes permiten, además, producir *in vitro* embriones de sexo conocido mediante la utilización de espermatozoides sexados procedentes de semen separado por técnicas de análisis celular como la citometría de flujo, lo que posibilita una racionalización de la explotación de los rebaños.

Criopreservación

Un complemento indispensable para consolidar las técnicas de reproducción asistida es la posibilidad de criopreservar los embriones producidos.

La criopreservación es un proceso que consiste en mantener células, tejidos

u organismos a muy bajas temperaturas con el fin de reducir o suspender sus funciones vitales y preservarlos vivos durante largos periodos de tiempo.

La criopreservación de embriones presenta numerosas ventajas, tanto desde el punto de vista biológico como del comercial. Entre ellas cabe destacar:

- Permite reducir costes
- Evita la dependencia de la actividad reproductiva cíclica y del estado fisiológico de los animales (hembras receptoras, por ejemplo)
- Limita la deriva genética (cambios en las características de una población debido a la variación en la frecuencia de los genes)



- Elimina las patologías que normalmente se asocian al mantenimiento de animales vivos y
- Hace posible la conservación de razas o especies en riesgo de extinción mediante la creación de bancos de embriones y/o gametos congelados.

En el ámbito del ganado vacuno, y en el marco de la Unión Europea, las estadísticas más recientes muestran que el 58% de los embriones transferidos son congelados (AETE, 2009).

El mayor obstáculo asociado a la difusión de la tecnología reproductiva *in vitro* es la falta de métodos eficaces para conservar a largo plazo los embriones producidos *in vitro*.

El campo de la criobiología de los embriones bovinos empezó a explorarse durante la década de los 70, cuando se demostró que los embriones bovinos podían sobrevivir a la congelación (Wilmut y Rowson, 1973). Desde entonces, la investigación ha permitido simplificar los procedimientos de congelación y descongelación, con el fin de hacer posible el uso rutinario de estas técnicas, aumentando la viabilidad embrionaria tras la descongelación.

Sin embargo, los sistemas de producción *in vitro* dan lugar a embriones con características morfológicas y metabólicas diferentes a los que se obtienen *in vivo* (por superovulación y posterior lavado uterino de una hembra donante) (Lonergan *et al.*, 2007; Wrenzycki *et al.*, 2005). Los embriones producidos *in vitro* presentan citoplasmas (parte de la célula comprendida entre la membrana y el núcleo) más oscuros y con menor densidad, alteración en el número de células y su distribución, distinta expresión génica (mecanismo por el que la información codificada en un gen se traduce en estructuras y funciones de la célula) y mayor incidencia de anomalías cromosómicas. Estas diferencias se traducen en un menor rendimiento de los embriones producidos *in vitro* frente a los producidos *in vivo* (Leibo y Loskutoff, 1993; Leibo *et al.*, 1996).

La eficacia de los sistemas de producción de embriones bovinos *in vitro* oscila entre un 30 y un 40% de blastocistos (fase del desarrollo embrionario temprano) con calidad suficiente para ser transferidos, sobre el total de los ovocitos puestos en cultivo (Gómez *et al.*, 2008). Aunque hay grandes evidencias de que las condiciones de cultivo post-fecundación son determinantes para la calidad de los embriones obtenidos (Lonergan *et al.*, 2001), hay que señalar que la eficiencia de la producción de embriones *in vitro* está ligada no sólo al sistema de cultivo, sino a la calidad intrínseca de los ovocitos (Rizos *et al.*, 2008). Los índices de gestación tras la transferencia de embriones frescos producidos *in vitro* oscilan en torno al 50%, cifras que se reducen cuando los embriones han sido criopreservados. En general, se asume que cuanto más se prolonga el tratamiento *in vitro*, mayores son las diferencias entre los embriones producidos *in vivo* y los obtenidos *in vitro* (Rizos *et al.*, 2008).

En el ganado bovino, la baja resistencia a la congelación de los embriones producidos *in vitro* condiciona la difusión de esta tecnología. No obstante, la manipulación de los sistemas de cultivo puede permitir mejorar la calidad de los embriones, y aumentar la supervivencia *in vitro* a la vitrificación/desvitrificación. Así, la retirada del suero de los medios de cultivo y el incremento de las concentraciones de albúmina sérica bovina, combinadas con la aplicación de protocolos de vitrificación han demostrado incrementar la supervivencia de los embriones producidos *in vitro* a la criopreservación (Gómez *et al.*, 2008).

Estrategias para la conservación de embriones

Hoy en día, se dispone de tres técnicas para la conservación de embriones: la congelación lenta (o clásica), la vitrificación tradicional (en pajuela) y la vitrificación ultrarrápida. Aunque la criopreservación de embriones producidos *in vitro* se puede abordar por técnicas de congelación lenta, se asume que la vitrificación es la herramienta de elección para estos embriones.



La **congelación lenta** (que utiliza bajas concentraciones de agentes crioprotectores) de los embriones producidos *in vitro* reduce su supervivencia en comparación con los embriones obtenidos *in vivo*, debido principalmente a la mayor susceptibilidad de aquéllos a la formación de cristales de hielo que dañan la estructura de los órganos celulares.

La **vitrificación** permite mejorar la supervivencia del embrión tras la desvitrificación (Vajta *et al.*, 2000) al producir menor estrés metabólico en los embriones, dando lugar a mayores porcentajes de gestación tras su transferencia a receptoras. Estos efectos beneficiosos de la vitrificación se deben a una reducción de los daños producidos por el frío, al utilizarse altas concentraciones de agentes crioprotectores y elevadas velocidades de enfriamiento y calentamiento, con lo que se evita la formación de cristales de hielo y se reducen los tiempos de exposición de la célula al crioprotector (Rall and Fahy, 1985).

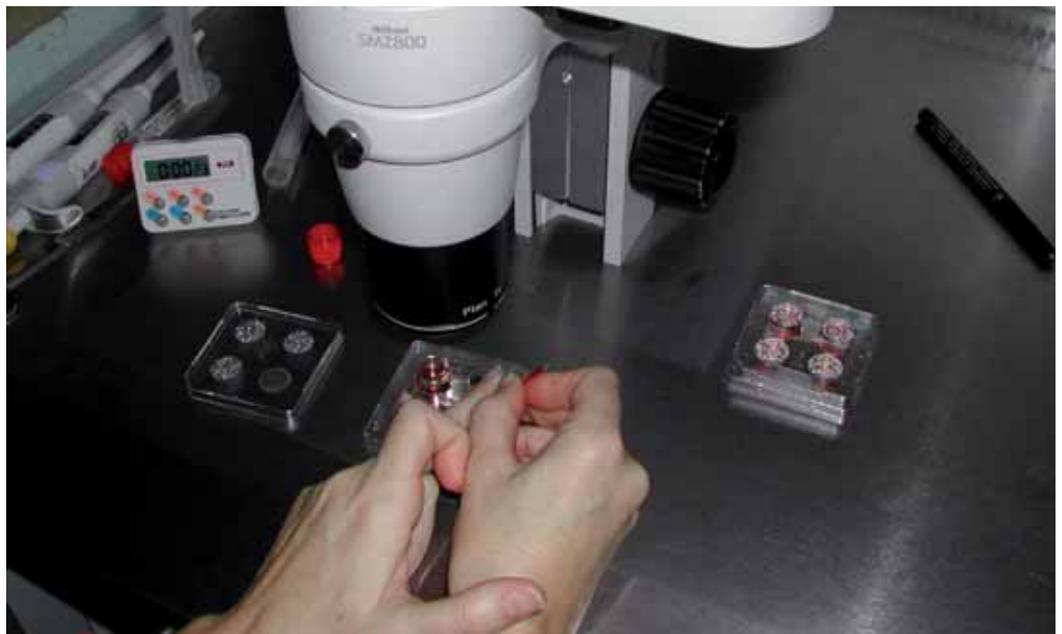
Las técnicas de **vitrificación ultrarrápida**, desarrolladas recientemente, han estimulado los avances en el campo de la criopreservación de gametos y embriones, con especial relevancia en el caso de la preservación de especies en riesgo de extinción, dados los resultados positivos obtenidos especialmente en el caso

de los embriones producidos *in vitro* y de los ovocitos.

Para que la vitrificación sea eficaz se precisa que la exposición a la solución crioprotectora dure el menor tiempo posible (Gardner *et al.*, 2007) y disponer el ovocito o el embrión en volúmenes muy reducidos de medio (0,5-2µL de medio). Así, técnicas como Open Pulled Straw (OPS), Solid Surface Vitrification (SSV), cryoloop, cryotop, Vitmaster, o fiberplugs (ver revisión por Gardner *et al.*, 2007) se usan rutinariamente en muchos laboratorios de fecundación *in vitro*. Sin embargo, la técnica de vitrificación presenta dos limitaciones importantes:

La desvitrificación requiere diluir y retirar el agente crioprotector antes de transferir el embrión. Las condiciones de manipulación (temperatura ambiental -39°C, temperatura de las soluciones de desvitrificación -41°C-, dilución en soluciones con concentraciones decrecientes de sacarosa) son difíciles de establecer en las granjas, extremo muy importante en el caso del ganado vacuno.

La técnica no es sanitariamente segura. Debe tenerse en cuenta el riesgo potencial de que se produzcan contaminaciones cruzadas, especialmente si se almacenan conjuntamente embriones y/o gametos de diferentes especies. Este



→
Vitrificación de
embriones.

aspecto cobra especial importancia, también, en el caso de los Bancos de Recursos Zoogenéticos. Sin embargo, en la actualidad se han modificado algunos de los protocolos y se están utilizando recipientes estancos capaces de albergar y aislar perfectamente el embrión u ovocito.

Biotechnologías reproductivas desarrolladas en el SERIDA

El Área de Genética y Reproducción Animal del SERIDA realiza, desde hace casi dos décadas, una intensa actividad investigadora en el campo de las nuevas biotechnologías reproductivas.

Los proyectos de investigación desarrollados han permitido la puesta a punto de la técnica de Ovum Pick-Up (OPU), así como la de vitrificación (sistema clásico en pajueta) de los embriones. Estos trabajos cristalizaron en la obtención de los primeros terneros nacidos en España, tras la transferencia de embriones producidos *in vitro* y conservados por vitrificación. Así, Pelayo y Cova fueron los primeros terneros nacidos tras aplicar la técnica OPU y Xicu y Marina, los primeros que se obtuvieron tras aplicar la técnica de vitrificación.

Además, se abordó el estudio de la repercusión de los sistemas de produc-

ción de embriones *in vitro* sobre sus características criobiológicas con el fin de diseñar un sistema de cultivo capaz de permitir un óptimo desarrollo embrionario y que, combinado con un adecuado sistema de vitrificación nos permitiera obtener embriones *in vitro* que sobrevivieran a la criopreservación en porcentajes superiores al 50%. En la actualidad, el método de vitrificación clásico ha sido sustituido por métodos de mínimo volumen, y los embriones producidos *in vitro* son vitrificados por la técnica OPS o en Fiberplugs, con elevados porcentajes de supervivencia *in vitro*.

El mejor índice de calidad embrionaria es la constatación de que la transferencia de los embriones a las receptoras se traduzca en gestaciones, lo cual es una condición necesaria para lograr una completa expansión de las tecnologías *in vitro*. Para ello, durante el último semestre de 2010 se están realizando transferencias de embriones producidos *in vitro*, con semen sexado, en fresco o tras vitrificación, y que servirán para comprobar si los resultados de supervivencia *in vitro* obtenidos permiten aplicar adecuadamente la técnica en la granja.

Las líneas de investigación actuales en criobiología, pasan por mejorar la calidad embrionaria ,previa a la vitrificación junto con la utilización de semen sexado para



←
Congelador programable
para embriones.

producir embriones de sexo conocido. Todo ello, se enmarca en un programa de investigación que estudia el desarrollo embrionario bovino *in vitro* e *in vivo*, con el fin de aumentar los índices de establecimiento de gestaciones del sexo deseado y de mejorar la supervivencia y la salud de los animales nacidos.

Además de la criopreservación de embriones bovinos producidos *in vitro*, línea que también se extiende a los ovocitos bovinos, otras líneas de investigación en curso son las siguientes:

- Identificación, aislamiento y análisis funcional de proteínas del medio uterino para su incorporación a medios de cultivo *in vitro*.
- Desarrollo de técnicas no invasivas para predecir los índices de gestación de embriones y receptoras, y el sexo de los embriones cultivados.
- Utilización de la microscopía de luz polarizada como técnica no invasiva para evaluar la calidad de los ovocitos en especies domésticas.
- Caracterización de líneas celulares pluripotentes en ganado bovino.

Agradecimientos

B. Trigal, CajAstur. E. Correia, Ministerio de Ciencia e Innovación (MICIN). S. Carrocera, D. Martín MICIN-Fondo Social Europeo. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) proyectos: RTA2008-0082 y RZ2008-0014.

Bibliografía

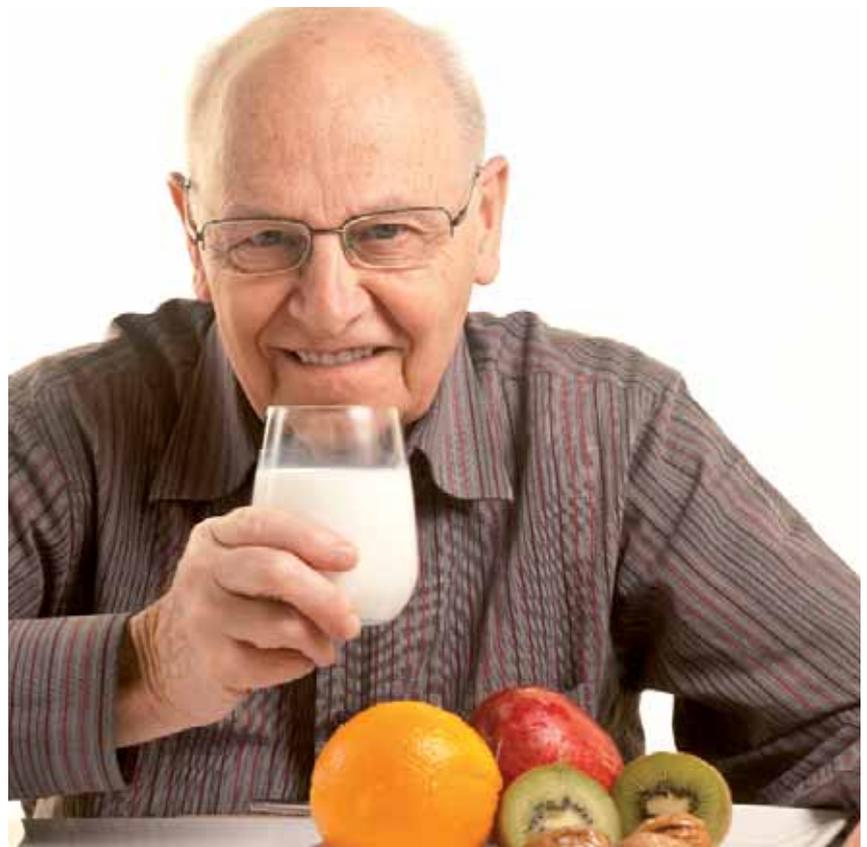
- AETE. National Statistic Data of the Embryo Transfer Activity. *25th Scientific Meeting of the AETE*, Poznan (Polland), September, 2009 pp 67.
- GARDNER, D. K.; SHEEHAN, C. B.; RIENZI, L.; KATZ-JAFFE, M.; LARMAN, M. G. Analysis of oocyte physiology to improve cryopreservation procedures. *Theriogenology* 2007 67: 64-72.
- GÓMEZ, E.; RODRÍGUEZ, A.; MUÑOZ, M.; CAAMAÑO, J. N.; HIDALGO, C. O.; MORÁN, E.; FACAL, N.; DÍEZ, C. Serum free embryo culture medium improves *in vitro* survival of bovine blastocysts to vitrification. *Theriogenology* 2008 69:1013-1021.
- HASLER, J. F.; HENDERSON, W. B.; HURTGEN, P. J.; JIN, Z. Q.; MCCAULEY, A. D.; MOWER, S. A.; NEELY, B.; SHUEY, L. S.; STOKES, J. E.; TRIMMER, S. A. Production, freezing and transfer of bovine IVF embryos and subsequent calving results. *Theriogenology* 1995;43:141-152.
- KRUIP THAM; BONI, R.; WURTH, Y. A.; ROELOFSEN, M. W. M.; PIETERSE, M. C. Potential use of ovum pick-up for embryo production and breeding in cattle. *Theriogenology* 1994 42:675-684.
- LEIBO, S. P.; LOSKUTOFF, N. M. Cryobiology of *in vitro*-derived bovine embryos. *Theriogenology* 1993 39: 81-94.
- LEIBO, S. P.; MARTINO, A.; KOBAYASHI, S.; POLLARD, J. W. Stage-dependent sensibility of oocytes and embryos to low temperatures. *Anim Reprod Sci* 1996 42:45-53.
- LONERGAN, P.; RIZOS, D.; WARD, F.; BOLAND, M. P. Factors influencing oocyte and embryo quality in cattle. *Reprod Nutr Dev* 2001 41:427-437.
- LONERGAN, P. State-of-the-art embryo technologies in cattle. *Soc Reprod Fertil (Suppl)* 2007 64:315-325.
- RALL, W. F.; FAHY, G. M. Ice-free cryopreservation of mouse embryos at ?196°C by vitrification. *Nature* 1985 313:573-575.
- RIZOS, D.; GUTIÉRREZ-ADÁN, A.; PÉREZ-GARNELO, S.; DE LA FUENTE, J.; BOLAND, M. P.; LONERGAN, P. Bovine embryo culture in the presence or absence of serum: implications for blastocyst development, cryotolerance, and messenger RNA expression. *Biol Reprod* 2003 68:236-243.
- RIZOS, D.; CLEMENTE, M.; BERMEJO-ÁLVAREZ, P.; DE LA FUENTE, J.; LONERGAN, P. AND GUTIÉRREZ-ADÁN, A. Consequences of *in vitro* culture conditions on embryo development and quality. *Reprod Dom Anim* 2008; 43 (Supl. 4): 44-50.
- VAJTA, G. Vitrification of the oocytes and embryos of domestic animals. *Anim Reprod Sci* 2000;60-61:357-364.
- WILMUT, I.; ROWSON, L. E. Experiments on the low-temperature preservation of cow embryos. *Vet Rec.* 1973 92(26):686-690.
- WRENZYCKI, C.; HERRMAN, D.; LUCAS-HAHN, A.; KORSAWA, K.; LEMME, E.; NIEMMAN, H. Messenger RNA expression patterns in bovine embryos derived from *in vitro* procedures and their implications for development. *Reprod, Fert Dev* 2005 17:23-35. ■

SENIFOOD. Estrategias de alimentación para mejorar la calidad funcional de la leche

BEGOÑA DE LA ROZA DELGADO. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. SERIDA. broza@serida.org

Bajo el acrónimo SENIFOOD se enmarca un proyecto de **investigación industrial sobre dietas y alimentos con características específicas para las personas mayores**. Es uno de los proyectos de cooperación de I+D aprobados por el Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria del Programa de Consorcios Estratégicos Nacionales en Investigación Técnica (CENIT-E). Iniciado en diciembre de 2009, cuenta con un presupuesto total de 26,3 millones de euros y se desarrollará hasta 2012 a través de un consorcio de empresas formado por diversos grupos de I+D y productores de ingredientes y productos alimentarios (Biopolis, Biobiótica, Natraceutical, Ordesa Group, Corporación Alimentaria Peñasanta (CAPSA), Campofrío, Bodegas Matarromera, Tutti Pasta, Fundación Matía y Mugaritz, entre otros). En el proyecto también participan centros de investigación entre los que se encuentran además del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (**SERIDA**), diversos centros del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el Centro de Investigación Príncipe Felipe de Valencia y el Parc Científic de Barcelona, además de los principales centros universitarios en materia de nutrición de distintas comunidades autónomas: San Pablo CEU, Complutense de Madrid, Navarra, Salamanca, Murcia, Valencia, Santiago de Compostela, hasta un total de 25 participantes.

El objetivo general de SENIFOOD, es la consecución de una colección de alimentos específicamente diseñados para las personas mayores, que permita des-



arrollar una nutrición equilibrada en este sector de la población.

Los hábitos alimentarios de las personas de la tercera edad suelen ser inadecuados y dada la creciente longevidad que se observa en las sociedades occidentales, es importante seguir una dieta equilibrada. Estadísticas recientes muestran que en la Europa de los 27 en 2008 el 17% de la población estaba constituida por personas mayores de 65 años y en

España, el porcentaje de personas mayores de 65 años representa aproximadamente el 16,6% de la población, de los que el 5% son mayores de 80 años. Este aumento de la longevidad y, consecuentemente, de la expectativa de vida, hacen que la nutrición juegue cada vez un papel más importante.

Desde el punto de vista científico, SENIFOOD persigue avanzar en el conocimiento de los mecanismos de acción de los ingredientes funcionales de los alimentos sobre las alteraciones y patologías metabólicas más frecuentes en la tercera edad. Desde el punto de vista tecnológico, pretende aunar las propiedades funcionales de los alimentos con unas características físico-químicas (textura, fluidez) y organolépticas (sabor, aroma), que hagan adecuado, sencillo y agradable su consumo.

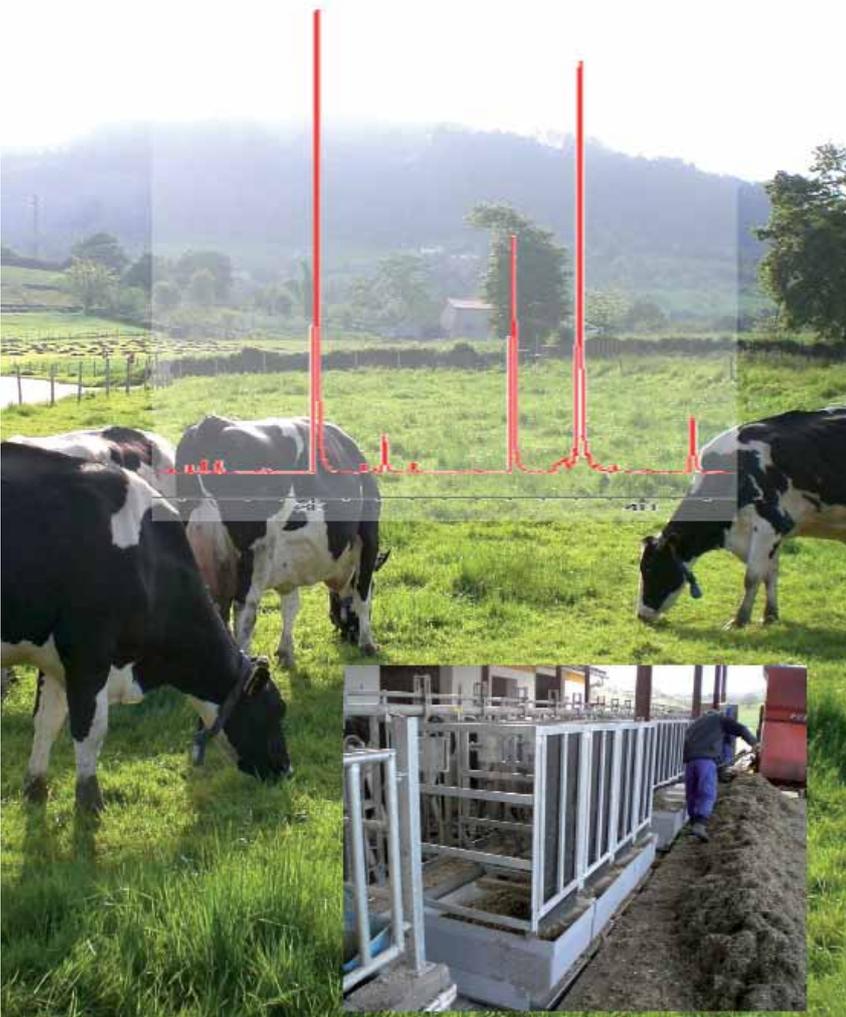
La colaboración específica del SERIDA en SENIFOOD, como entidad pública de investigación contratada por la empresa Corporación Alimentaria Peñasanta, S. A, consiste en estudiar las posibilidades de incrementar en origen la composición en ingredientes funcionales de la leche, concretamente en ácidos grasos omega-3 y omega-6 y especialmente en ácido docosahexaenoico (DHA), ácido vacénico (VA) y ácido linoleico conjugado (CLA), minerales como el Selenio, el Iodo y el Magnesio y vitaminas liposolubles (Vitaminas A y E), mediante suplementación de la dieta en vacas lecheras.

La leche, uno de los alimentos esenciales, forma parte importante de la dieta humana en el mundo occidental y es una excelente fuente de proteína, de calcio y también de vitaminas y minerales como el zinc, el selenio o el Iodo. Los beneficios que éstos y otros componentes bioactivos de la leche pueden ofrecer, representan un valor potencial para la leche y los productos lácteos, que se han asociado a la prevención de diversas enfermedades humanas crónicas.

El contenido de la leche en estos nutrientes no es constante, si no que varía en función de múltiples factores como la raza del ganado, la estación, la frecuencia y el sistema de ordeño y, por supuesto, de la alimentación de los animales.

Con este proyecto, el SERIDA pretende, a través de la dieta animal, recuperar en la composición final de la leche ingredientes funcionales y, por ende, más saludables, capaces de cubrir los requerimientos específicos de la dieta humana en general y, para la tercera edad en particular. Todo ello, manteniendo las premisas de la salud y el bienestar animal.

Los investigadores responsables del proyecto en el SERIDA son los Drs. Begoña de la Roza Delgado y Fernando Vicente Mainar. También forman parte del equipo investigador la Dra. Ana Soldado Cabezuelo y la Lda. en Químicas M.^a Amelia González Arrojo. Las labores de campo son coordinadas por M.^a Antonia Cueto Ardavín. ■





Maximina y Sinara: nuevas variedades de judía obtenidas por el SERIDA

ELENA PÉREZ VEGA. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Genética Vegetal. epvega@serida.org

JUAN JOSÉ FERREIRA FERNÁNDEZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Responsable del Programa de Genética Vegetal. jferreira@serida.org

GUILLERMO GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA. Área de Experimentación y Demostración Agroforestal. ggarcia@serida.org

ANTONIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ. Jefe del Departamento Tecnológico y de Servicios. anmartinez@serida.org

ALBERTO BARANDA ÁLVAREZ. Responsable del Área de Transferencia y Formación. abaranda@serida.org

Maximina y Sinara son dos nuevas variedades de judía tipo Faba Granja, obtenidas por el SERIDA, resistentes a enfermedades comunes en el cultivo en Asturias. Utilizar estas variedades permitirá incrementar el rendimiento y desarrollar un cultivo medioambientalmente más sostenible y de mayor calidad.



El pasado 2 de septiembre de 2010, el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) organizó en Valdés (Asturias) una Jornada técnica con el objeto de presentar a los productores dos nuevas variedades de Faba Granja obtenidas por el SERIDA: las variedades 'Sinara' y 'Maximina'.

En primer lugar, se visitó una plantación de *fabes* en la que se habían cultivado estas dos variedades junto con materiales procedentes de un agricultor local. En segundo lugar, los asistentes tuvieron la oportunidad de participar en una cata en la que se valoraron estas dos nuevas variedades junto con otras dos muestras de *fabes*.



Detalle mostrando la presentación de las dos variedades en la parcela demostrativa.



La presentación de la jornada corrió a cargo del Jefe del Departamento Tecnológico y de Servicios del SERIDA, Antonio Martínez, quién destacó como uno de los objetivos primordiales del SERIDA el apoyo al sector agrario asturiano, para contribuir a la solución de los problemas que afectan a las producciones locales como la faba. Esta ayuda pasa por tres fases: detectar los problemas, buscar las soluciones y, finalmente, aplicarlas.

A continuación, el Responsable del Programa de Genética Vegetal del SERIDA, Juan José Ferreira, se refirió a los objetivos abordados en los programas de mejora genética de judía, el proceso seguido para la obtención de nuevas variedades mediante mejora genética clásica y, finalmente, describió las características de las nuevas variedades de judía tipo Faba Granja, sus ventajas y su comportamiento en campo.

Trabajos desarrollados por el SERIDA en mejora genética de la judía

Desde mediados de los años 80 del siglo XX, el SERIDA trabaja para contribuir al desarrollo del cultivo de *fabes* en Asturias. Por aquella época, la Consejería de Medio Rural y Pesca diseñó una estrategia de apoyo al cultivo de las *fabes*, de acuerdo con las demandas del sector, basada en dos ejes principales: mejorar la tecnología de cultivo y proporcionar las mejores semillas a los agricultores.

Con respecto a la mejora de las técnicas de cultivo, que por entonces consistían básicamente en el cultivo asociado con el maíz, se comenzó a trabajar en el monocultivo de *fabes*, en la búsqueda de tecnologías y estrategias de cultivo que se adaptasen a la producción local y que permitiesen proteger las semillas y las plantas frente a las plagas y las enfermedades.

En relación con la búsqueda de las mejores semillas, se trataba de proporcionar a los agricultores la simiente que produjese los mejores rendimientos posi-

bles. Para ello, se constituyó una colección de judías en las instalaciones del SERIDA, donde se reunían todas las variedades tradicionales asturianas como parte imprescindible para tener los genes a utilizar en la mejora genética. Fruto de este trabajo inicial de prospección nació la variedad 'Andecha', la primera variedad seleccionada por el SERIDA a partir de una población local de los agricultores y que es considerada como la variedad estándar/prototipo de Faba Granja.

En 1992, ya se consideraba que el control de enfermedades como la antracnosis o virosis eran difícilmente solucionables utilizando únicamente estrategias agronómicas, por lo que se pensó, que la mejor opción era desarrollar y utilizar variedades resistentes a estos patógenos para minimizar los daños causados en el cultivo. Además, con este tipo de variedades, el cultivo es medioambientalmente más saludable ya que se reduce el empleo de tratamientos fitosanitarios que pueden afectar al entorno. De este modo, hacia 1995 se iniciaron los programas de mejora genética clásica del SERIDA. Estos programas se llevaron a cabo en dos etapas: en la primera se introdujeron caracteres o genes sencillos en 'Andecha' y en la segunda, se agruparon el máximo número de caracteres en una variedad. Se desarrollaron tres programas de mejora paralelos con objeto de introducir caracteres sencillos en 'Andecha': uno de ellos buscaba incorporar genes de resistencia frente a antracnosis, otro tenía por objeto introducir genes de resistencia contra el virus del mosaico común y necrótico de la judía y, el tercero pretendía modificar la arquitectura de la planta para minimizar los costes derivados del tutorado.

La **antracnosis** es una enfermedad producida por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* que, en condiciones ambientales favorables de humedad y temperatura, puede causar la muerte de las plántulas, provocar la defoliación de la planta y, si afecta a las vainas, puede llegar a la semilla y deteriorarla. Las condiciones de desarrollo, los síntomas y la forma de propagación pueden verse en la figura 1. Del estudio de la enfermedad se identificaron cinco razas de antracnosis en Asturias (3, 6, 19, 38 y 102) y se bus-



Antracnosis: Mancha de la faba

Enfermedad producida por el hongo "Colletotrichum lindemuthianum"

Condiciones de desarrollo:

Temperatura 18 - 25 °C
 Humedad Alta humedad relativa (>70%)
 Lluvias persistentes

Síntomas:

Tallos (A) Manchas definidas de color pardo oscuro

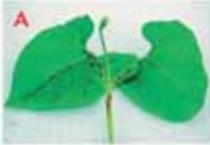
Hojas (A) Manchas angulares pequeñas, de color rojizo al principio y pardo oscuro a negruzco más tarde

Vainas (B y C) Lesiones rojizas y en forma de chancros hundidos y delimitados por un aro negro y de borde también rojizo

Semillas (D) Manchas de color pardo oscuro a negro

Propagación:

Por semilla
 Sobrevive en restos de cosecha infectados
 Se disemina, sobre todo, por la lluvia








GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
 CONSEJERÍA DE MEDIO RURAL Y PESCA



←
Figura 1.-Condiciones de desarrollo, síntomas y propagación de la antracnosis de la judía.

Virus del Mosaico Común (BCMV) y Necrótico (BCMNV)

El BCMV es el virus más importante de la judía
 Está ampliamente distribuido y es específico de Phaseolus vulgaris

Síntomas:

Hojas Manchas en mosaico verde claro/oscuro
 Bandas perinerviales de color verde oscuro
 Decoloraciones, arrugamiento de la hoja y enrollamiento hacia abajo

Planta Enanismo
 Menor número de flores y vainas por planta

Semillas Malformaciones
 Menor tamaño de la semilla

Propagación:

Por semilla
 Se transmite muy rápidamente por pulgones (sin necesidad de colonización)
 Se disemina, sobre todo, por la lluvia





GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
 CONSEJERÍA DE MEDIO RURAL Y PESCA



←
Figura 2.-Síntomas y propagación del virus del mosaico común y necrótico de la judía.



caron fuentes de resistencia. Finalmente, por retrocruzamientos, se obtuvieron cuatro líneas derivadas de 'Andecha' resistentes a las razas locales de antracnosis.

Los **virus del mosaico común** (BCMV) y **necrótico** (BCMNV) son los potyvirus más extendidos y destructivos para el cultivo de judía en todo el mundo. Los síntomas que producen se pueden ver en la figura 2. El virus del mosaico común produce arrugamientos y clorosis en las hojas y puede causar una disminución significativa de las producciones, especialmente cuando el ataque se produce en el estado de plántulas. Se transmite por semilla, y contra estos virus no hay ninguna estrategia agronómica salvo utilizar semilla saneada. En este punto, hay que tener en cuenta que el virus es fácilmente transmisible por insectos como el pulgón, por lo que la enfermedad puede transmitirse de un campo vecino que tenga plantas infectadas con este virus.

Con respecto a la **arquitectura de la planta**, hay que señalar que se ha debatido mucho sobre si los mejores materiales deberían de ser trepadores o no trepadores, dada la repercusión económica (costes de tutorado) que tiene la arquitectura de la planta. Aunque este debate aún sigue latente entre los productores, los principales esfuerzos del SERIDA se centraron en las variedades trepadoras o de hábito de crecimiento indeterminado trepador, si bien se obtuvo la variedad 'Xana' que es de crecimiento determinado (no trepadora).

En la segunda etapa del programa de mejora, se buscó agrupar el máximo número de caracteres en una variedad mediante cruzamientos sencillos entre las líneas obtenidas en la primera etapa.

Actualmente, en el programa de Genética Vegetal del SERIDA se continúa investigando y trabajando en la mejora genética de Faba Granja. En concreto, se dedican numerosos esfuerzos al análisis de la herencia y la mejora genética de la resistencia a enfermedades, como el moho blanco (enfermedad que va en aumento y cuyas formas de resistencia, denominadas esclerocios, pueden per-

manecer en el suelo hasta 10 años) y el oídio, un moho gris que se transmite por el aire, se deposita en la hojas y que, en casos extremos, puede causar la defoliación de la planta.

Proceso de obtención de Sinara y Maximina

La variedad 'Sinara' deriva de un programa de genética clásica por retrocruzamientos iniciado en 1997, en el que se utilizó una línea donante de la resistencia a los dos potyvirus (I + bc-3, genes de resistencia a potyvirus BCMV y/o BCMNV) y la variedad 'Andecha' como parental recurrente (Figura 3). Paralelamente, se desarrolló otro programa de retrocruzamientos para introducir en 'Andecha' los genes I + Co-2, que confieren resistencia a la antracnosis y al virus del mosaico común; el resultado de estos retrocruzamientos fue la línea A1878.

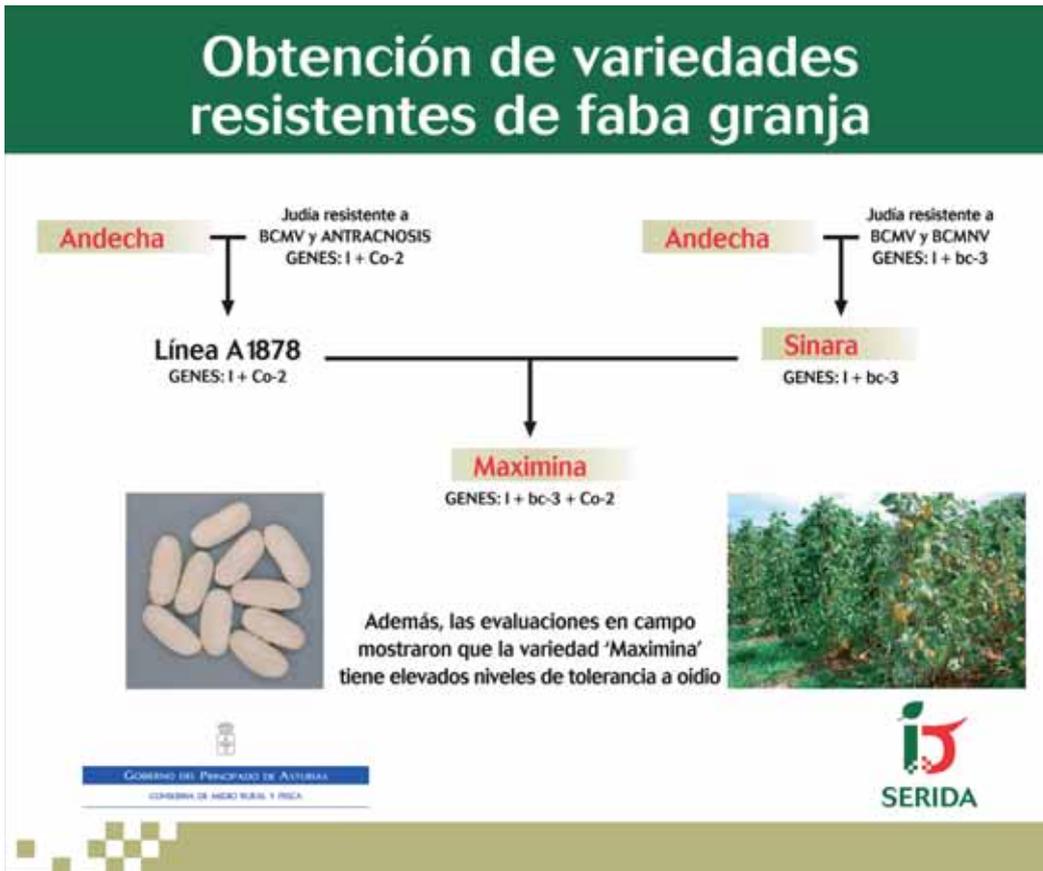
Tanto la variedad 'Sinara' como la línea A1878 presentan plantas trepadoras con semillas dentro del tipo comercial Faba Granja. Para agrupar el máximo número de resistencias se cruzó la variedad 'Sinara' con la línea A1878, y se obtuvo la variedad 'Maximina' que combina resistencia al virus del mosaico común, al virus del mosaico necrótico, a las razas locales de antracnosis y, además, presenta resistencia intermedia al oído (Figura 3).

La variedad 'Maximina' es mucho más productiva que su 'abuela' 'Andecha' y, hoy por hoy, es la variedad de judía tipo Faba Granja que agrupa el mayor número de genes de resistencia.

Un resumen de las principales características de las variedades de faba 'Andecha', 'Sinara' y 'Maximina', puede verse en la figura 4.

Vista a la finca

Durante la vista a la finca demostrativa, Guillermo García, técnico del Área de Experimentación y Demostración Agroforestal del SERIDA, insistió en la importancia que tienen los patógenos como la



←
Figura 3.-Proceso de obtención de variedades resistentes de Faba Granja.

Variedades de faba desarrolladas por el SERIDA

VARIEDAD	PRODUCCIÓN MEDIA SERIDA	CICLO	PESO 100 FABAS	RESISTENCIA ANTRACNOSIS	RESISTENCIA VIRUS	OIDIO
ANDECHA	1900 kg/ha	130 - 140	107 g.	NO	NINGUNA	MUY SENSIBLE
SINARA	2200 kg/ha	120 - 130	99 g.	NO	BCMV BCMNV	MUY SENSIBLE
MAXIMINA	2600 kg/ha	120 - 130	106 g.	SI	BCMV BCMNV	ELEVADA RESISTENCIA

Andecha **Sinara** **Maximina**

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS
COMISIÓN DE MEDIO RURAL Y PESCA

SERIDA

←
Figura 4.-Principales características de las variedades de judía tipo Faba Granja Andecha, Sinara y Maximina.





↑
Productores visitando la finca demostrativa.

antracnosis y el virus del mosaico común en el rendimiento del cultivo. Especialmente este último, al que nunca se le da importancia porque aparece en la primera fase del desarrollo del cultivo (hasta junio). Después, la planta suele recuperarse de la virosis y tener un desarrollo más o menos normal; sin embargo, siempre pierde superficie foliar, eficacia fotosintética y, por lo tanto, su potencial de crecimiento y de producción nunca va a ser igual.

Destacó, además, que todas estas enfermedades se transmiten por semilla y, aunque la semilla esté blanca y visualmente parezca que está sana y limpia, eso no garantiza que no lleve el patógeno. Por lo tanto, la única manera de garantizar que no transmita el patógeno es utilizar semilla que haya sido analizada; es decir, la que se comercializa como estándar.

Transferencia de las semillas a los agricultores

Una de las preguntas más recurrentes por parte de los asistentes a la Jornada

fue la relativa a la forma de hacerse con las semillas de estas variedades. Es decir, sobre el proceso de transferencia de las variedades al sector. En este punto, los investigadores explicaron que el SERIDA, una vez que obtiene las variedades, las libera. Para ello, se se pone en marcha un proceso público de transferencia de la licencia de explotación de la variedad protegida, pudiendo concurrir las empresas autorizadas para multiplicar semillas que lo deseen. La empresa adjudicataria del contrato de explotación se encarga de multiplicar y comercializar las semillas bajo la supervisión de los servicios de Sanidad Vegetal de la Consejería de Medio Rural y Pesca. Las semillas que comercializan estas empresas tienen unas garantías mínimas de calidad, desde el punto de vista sanitario, varietal y de capacidad germinativa. Estas garantías suponen una ventaja frente al material que normalmente utiliza los productores: su propia semilla o la semilla de otro agricultor.

De momento, ya están en el mercado las variedades 'Andecha', 'Xana' y 'Sinara'. En el caso de Maximina se prevé que pueda comercializarse a partir de la campaña de 2012.



Resultados de la cata

Una vez terminada la exposición y la visita a la plantación, se celebró una cata ciega en la que participaron 50 consumidores, la mayoría de ellos eran productores de fabes. En esta cata se valoraron cuatro muestras de faba (variedades 'Andecha', 'Sinara', 'Maximina' y una faba comercial con certificación de Identificación Geográfica Protegida IGP "Faba Asturiana") cosechadas en la campaña 2009.

Las muestras de las variedades 'Andecha', 'Sinara' y 'Maximina' procedían de cultivos desarrollados en el SERIDA-Villaviciosa, mientras que el testigo, con certificación IGP "Faba Asturiana", fue cosechado en el Concejo de Valdés. Las cuatro muestras se cocinaron bajo idénticas condiciones y se llevaron al punto óptimo de cocción.

Los parámetros que se evaluaron fueron: aspecto de la semilla, granulosidad, dureza de la piel, mantecosis, sabor y valoración global. De los resultados obtenidos, se pueden destacar varios aspectos:

–Las cuatro variedades obtuvieron valoraciones muy altas, en torno a 4 puntos sobre 5, en todos los aspectos evaluados. Especialmente, en granulosidad, mantecosis y finura de la piel. El parámetro menos valorado fue el aspecto visual, con puntuaciones ligeramente por encima de 3 puntos.

–Las diferencias entre variedades fueron mínimas y estadísticamente no significativas. Éstas no superaron, en la mayoría de los casos, las dos décimas. Destacaron: 'Maximina', por mantecosis y finura de la piel; 'Andecha', por su sabor y la faba de la IGP, por su aspecto.

Estos resultados son semejantes a los que se obtuvieron en otra cata celebrada el mes de marzo en Villaviciosa y realizada por paneles de catadores entrenados. En consecuencia, las nuevas variedades desarrolladas por el SERIDA no difieren significativamente de la variedad 'Andecha' y de las variedades comerciales certificadas por la IGP Faba Asturiana, lo cual es un dato a considerar para que los productores apuesten por estas nuevas variedades.

↑
Detalle de la cata de las cuatro muestras de *fabes* entre las que se incluyen las variedades presentadas 'Sinara' y 'Maximina'.



Nuevas variedades de judía tipo Faba Granja 'Sinara' (Izda.) y 'Maximina' (Dcha.) obtenidas por el SERIDA.

Conclusiones

Las nuevas variedades son de tipo Faba Granja, es decir, semilla de color blanco, de brillo medio y forma oblonga semillena, con bordes redondeados y de tamaño muy grande. Estas nuevas variedades mantienen características de calidad similares a las de 'Andecha'.

'Maximina' y 'Sinara' incorporan ventajas en el aspecto sanitario y en el agronómico. Así, en el aspecto sanitario, la resistencia genética de estas variedades a determinados patógenos supone un menor empleo de pesticidas y, por tanto, menores costes de producción y menor impacto en el medio. En el aspecto agronómico, conviene destacar que estas variedades son más fáciles de manejar en un modelo de agricultura sostenible como pueden ser la producción ecológica o la producción integrada.

En definitiva, el empleo de las variedades resistentes a enfermedades ofrece la posibilidad a los productores de incre-

mentar el rendimiento de su cultivo y desarrollar una actividad menos agresiva con el medio ambiente y de mayor calidad.

Más información

Libros

JUAN JOSÉ FERREIRA, ELENA PÉREZ VEGA y ANA CAMPA NEGRILLO. Nuevas variedades de faba (*Phaseolus vulgaris* L.) desarrolladas en el SERIDA: Resultados de la evaluación morfológica, agronómica y de calidad. Informes Técnicos. SERIDA - KRK Ediciones. Oviedo. 2007. 59 págs. D.L. AS-3498-07. ISBN: 978-84-8367-047-7.

Internet

Sinara: una nueva variedad de Faba resistente a virosis. <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=2204>

Control de la antracnosis en el cultivo de faba granja asturiana. <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=4179>

El moho blanco: una enfermedad común en el cultivo de Faba Granja Asturiana. <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=3814> ■

Nuevos proyectos de I+D+i

Sistemas de Producción Animal

Identificación de biomarcadores de calidad en la carne relacionados con el estrés celular ante- y peri- sacrificio

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación. Plan Nacional de I+D+i.

Referencia: AGL2010-21578-C03-02 (GAN).

Investigador Principal: Dra. Carmen Oliván García..

Cantidad concedida: 15.000 €.

Duración: 2011.

Descripción: El estudio forma parte de un proyecto coordinado, en el que participan grupos investigadores del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries - IRTA de Gerona y la Universidad Autónoma de Barcelona, cuyo objetivo general es mejorar el conocimiento existente sobre el bienestar animal y su relación con la calidad de la carne de cerdo.

El proyecto global plantea desarrollar y validar medidas de comportamiento para valorar el bienestar de los cerdos en granja y en matadero basadas en la percepción cognitiva del animal, así como biomarcadores potenciales de estrés ante- y peri-sacrificio en fluidos biológicos, tejidos animales y carne, así como evaluar el efecto del manejo por el hombre, el sexo y el genotipo del animal sobre su estado emocional, el nivel de biomarcadores y la calidad de la carne.

El Subproyecto desarrollado en el SERIDA abordará dos objetivos:

- 1) Estudiar los cambios bioquímicos y moleculares que ocurren en el proceso de conversión del músculo en carne y que puedan estar asociados al estado emocional de los animales y su bienestar.
- 2) Identificar biomarcadores de estos procesos que puedan detectarse en momentos tempranos de oreo de la canal, que estén relacionados con la calidad final de la carne y reflejen el estrés sufrido por el animal antes y durante el sacrificio.

Se estudiarán los procesos de muerte celular programada (apoptosis y autofagia), recientemente propuestos como factores clave en el proceso de conversión del músculo en carne. Se analizará

también el daño oxidativo celular, la actividad de enzimas proteolíticas y sus efectos en las proteínas musculares en relación con la tenderización de la carne y el estrés animal. Estos biomarcadores se determinarán con técnicas bioquímicas, moleculares y proteómicas y se estudiará su uso como posible herramienta para monitorizar el bienestar animal y la calidad de la carne.

Conducta de pastoreo y respuestas productivas del vacuno y equino cuando son manejados en brezales con diferente disponibilidad de superficie de pradera, e impacto en la flora y fauna

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

Referencia: RTA2010-00136-00-00.

Investigador Principal: Dr. Koldo Osoro Otaduy.

Cantidad concedida: 121.200 €.

Duración: 2010-2013.

Descripción: El ganado caballar ha incrementado su presencia en los últimos años en muchas zonas desfavorecidas, aunque la información sobre su pastoreo y rendimientos es más bien escasa.

Por tanto, en este proyecto se trata de comparar el ganado caballar con el vacuno en tres situaciones distintas de vegetación disponible, estudiando las diferencias en la conducta de pastoreo, respuestas productivas y calidad de la carne, y así evaluar la rentabilidad y sostenibilidad de los diferentes sistemas que se plantean estudiar.

Las vacas y las yeguas se manejarán en pastoreo mixto sobre tres parcelas distintas: una con sólo vegetación de brezal, otra en la que el 25% de la superficie ha sido mejorada estableciendo pradera de raigrás y trébol, siendo el resto brezal, y una tercera en la que el pasto mejorado representa el 80% de la superficie disponible. También, se estudiará el efecto del estado fisiológico del animal, por lo que en cada parcela las vacas y yeguas serán lactantes o secas, es decir, que la mitad de los animales pastarán con sus crías mientras que la otra mitad lo hará sin cría. Dentro de cada tratamiento habrá dos edades de destete de las crías.



Área de Nutrición, Pastos y forrajes

Tecnología NIRS: estrategia para la puesta en valor de las producciones

Entidad Financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA2010-00128-00-00.

Investigador Principal: Dra. Begoña de la Roza Delgado.

Cantidad concedida: 115.000,8 €.

Duración: 2010-2013.

Descripción: Las explotaciones ganaderas, deben producir de la forma más eficiente y al menor coste, y considerando otros aspectos como el bienestar animal y el respeto al medio ambiente, por lo que es necesario adaptar las estrategias de alimentación a una producción más sostenible.

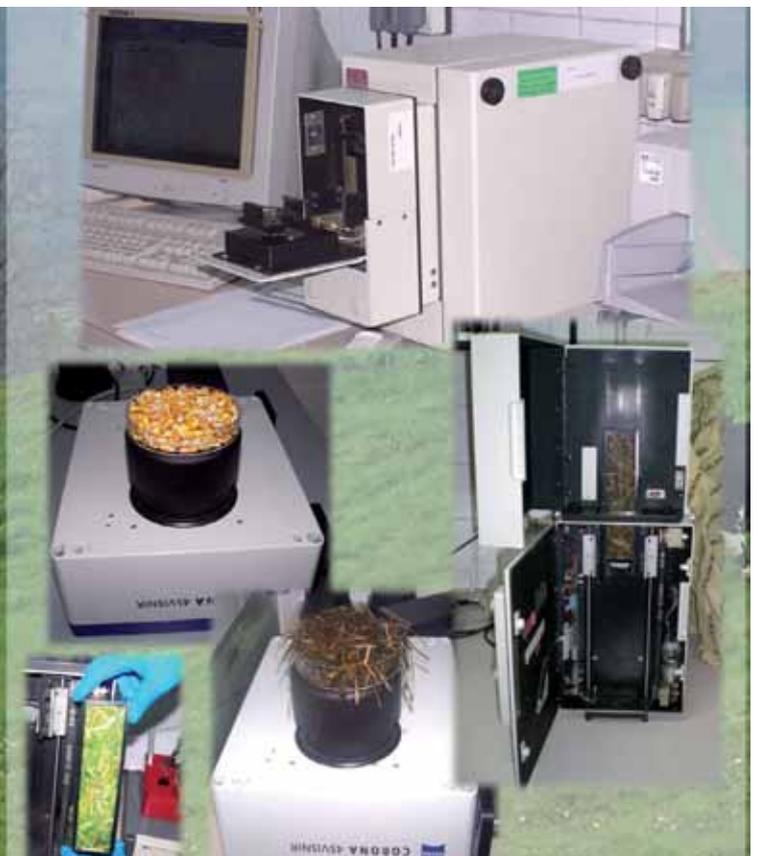
La espectroscopía por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) es una metodología que permite sustituir o complementar a los métodos analíticos tradicionales.

Los robustos diseños de la nueva generación de instrumentos NIRS, así como el abaratamiento del coste, han propiciado el desarrollo de aplicaciones en las que el sensor está en contacto directo con las muestras a analizar.

Por todo ello, se pretende poner en valor el trasvase de conocimientos y tecnologías que implementen valor añadido en las producciones ganaderas y sus comercializaciones, mediante la puesta a punto de una sistemática por NIRS para la estimación *on-line* y en tiempo real de parámetros nutricionales tradicionales, así como los necesarios para obtener producciones animales rentables y saludables, a partir de bibliotecas espectrales con la aplicación conjunta de un adecuado algoritmo de ajuste espectral y un protocolo de integración de espectros.

Se pretende evaluar el potencial de la tecnología NIRS mediante un equipo NIRS móvil o portátil, para su implantación en las aplicaciones *on-line*, *on-site* o *in-situ*, *in-field*, como herramienta de apoyo a las decisiones en el sector primario, actuando como estrategia de mejora en la toma de decisiones en las explotaciones ganaderas y la puesta en valor de las producciones; incorporando los siguientes beneficios:

- Control de calidad de los forrajes y resto de ingredientes de la ración.
- Trazabilidad en todos los ingredientes a través de toda la cadena alimentaria.
- Ajuste diario de la ración tanto en contenido de MS, como en otros nutrientes.
- Homogeneidad de la mezcla final en el propio carro mezclador a distintos niveles, antes del suministro de la ración y optimización de la misma.
- Incremento en la producción y calidad del producto final (leche, derivados lácteos, etc).
- Seguridad alimentaria, controlando aquellos factores de riesgo relacionados con la alimentación que pueden ocasionar alteraciones sanitarias en el animal.
- Reducción del impacto ambiental por descenso de inputs.
- Modernización e incremento de competitividad de las explotaciones ganaderas.





Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales

Programa de investigación Forestal

Diseción genética de caracteres de interés y aplicación en la conservación y mejora de *Pinus pinaster* Aiton

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA2010-00120-C02-01.

Investigador principal: Dr. Juan Pedro Majada Guijo.

Cantidad concedida: 123.000 €.

Duración prevista: 2010 - 2013.

Descripción: *Pinus pinaster* es una especie con una gran diversidad genética y con gran importancia en programas de repoblación bajo condiciones contrastadas. Este proyecto plantea profundizar en la mejora de la especie mediante el logro de los siguientes objetivos:

–Evaluar los ensayos de progenie disponibles para realizar la estimación de distintos parámetros genéticos, como la heredabili-

dad de distintos caracteres de interés, y establecer la correlación genética entre éstos o entre edades, así como cuantificar la relevancia de la interacción genotipo x ambiente, delimitar las zonas de mejora y optimizar las estrategias de selección y cruzamiento.

–Estudiar la variación genética y las correlaciones del crecimiento con caracteres fisiológicos, comparando clones procedentes de distintas poblaciones en situaciones climáticas contrastantes, de cara a evaluar su potencial en condiciones ambientales limitantes.

–Evaluar la capacidad adaptativa de poblaciones locales.

–Desarrollar herramientas aplicables al fenotipado masivo por NIR, inicialmente en aspectos como la densidad de la madera y sus propiedades químicas y, en segundo lugar, en parámetros fisiológicos que puedan ser de utilidad para el fenotipado de genotipos en su respuesta a estrés.

Programa de Investigación en Fruticultura

Mejora de sistemas de producción de manzana en agricultura ecológica

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RTA2010-00121-C02-01.

Entidades participantes: SERIDA e Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Estació Experimental de Mas Badia (Girona) y Estación Experimental de Lleida).

Investigador principal: Dr. Marcos Miñarro Prado.

Cantidad concedida: 90.022,80 €.

Duración prevista: 2010 - 2013.

Descripción: El proyecto trata de mejorar los sistemas de producción ecológica de manzana para obtener un producto de calidad con un enfoque holístico centrado especialmente en tres aspectos:

–Mejorar el cultivo y la calidad de la producción teniendo en cuenta un mejor conocimiento del material vegetal y la interacción entre factores productivos. Este aspecto contempla evaluar el efecto de diferentes aspectos del cultivo, como son la adaptación de variedades de manzano resistentes, la interacción entre la variedad y el portainjerto, el empleo de estrategias para el control de arvenses y la utilización de alternativas para la regulación de la producción.

–Aprovechar y aumentar la biodiversidad en las plantaciones de manzano para mejorar el control biológico de plagas. Este aspecto se centra en determinar las especies vegetales que puedan actuar como reservorio de enemigos naturales y propiciar su empleo para incrementar el control biológico de pulgones.

–Poner a punto técnicas eficaces para resolver problemas fitosanitarios que resultan limitantes para el cultivo ecológico del manzano, como son el moteado, varios hongos epicuticulares que manchan la manzana (complejo *sooty blotch* & *flyspeck*) y la carpocapsa, siempre con un enfoque agroecológico.



Programa de Genética Vegetal

Regeneración y documentación de las colecciones nacionales de judía para su conservación: caracterización de la colección nuclear del CRF, diseño e implementación de página web para su difusión

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RF2010-00005-C05-02.

Investigador principal: Dra. Ana M.ª Campa Negrillo.

Cantidad concedida: 38.880 €.

Duración prevista: 2010 - 2013.

Descripción: La judía común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo tradicional en España, que para muchas zonas representa un recurso socioeconómico relevante. Es fundamental mantener y caracterizar la diversidad genética de esta especie para facilitar su uso por parte de los mejoradores y de la comunidad científica en general.

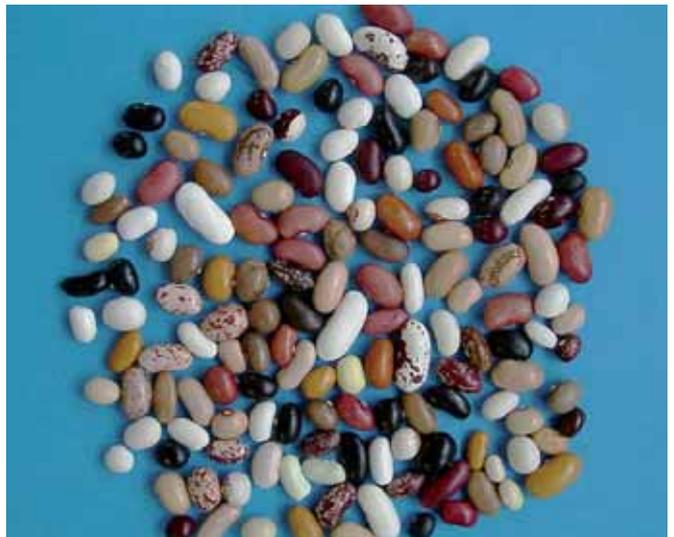
La gran cantidad de entradas recogidas en las colecciones del Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CRF-INIA) dificulta su regeneración, caracterización y difusión de contenidos.

En este proyecto se han asociado la mayoría de los grupos españoles que trabajan en la conservación y mejora de la judía, entre los que se encuentra el SERIDA. Este proyecto tiene los siguientes objetivos:

- Contribuir a regenerar, conservar y documentar las colecciones activas de judía de la red nacional y la colección base que gestiona el Centro de Recursos Fitogenéticos.

- Completar, desde el punto de vista del fondo genético, las resistencias a enfermedades, el registro fotográfico, el valor nutricional, culinario y sensorial, así como la caracterización de la colección nuclear de judías del CRF, elaborada durante proyectos anteriores.

- Mejorar la difusión de la información generada, creando una página web vinculada a la del INIA, en la que se recojan todos los atributos antes mencionados para cada entrada de la colección nuclear del CRF.



Área de Selección y Reproducción Animal

Conservación ex situ mediante la utilización de técnicas de reproducción asistida de las razas de ganado autóctono en peligro de desaparición en el Principado de Asturias"

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.

Referencia: RZP2010-00010-00-00.

Investigador Principal: Dr. Carlos Olegario Hidalgo Ordóñez.

Cantidad concedida: 93.435,60 €.

Duración: 2010-2013.

Descripción: El proyecto propone la ampliación de un Banco de Conservación de especies domésticas en peligro de desaparición, concretamente de las razas: bovina Asturiana de la Montaña, la oveja Xalda, la cabra Bermeya, y Gochu Astur celta.

Los objetivos dan continuidad a los trabajos de establecimiento de las líneas directrices de creación del Banco de Recursos Zoogenéticos iniciados en el proyecto anterior (RZ 2004-00031). Se trata de incrementar el número de dosis conservadas, así como de los donantes, para aumentar la variabilidad genética.

Se pondrán a punto los protocolos para la obtención y congelación de semen y embriones de las razas bovinas y semen del resto de las razas, estudiando los factores que influyen sobre la resistencia a la congelación mediante la determinación de su viabilidad posterior.

Esta estrategia permitirá conseguir la uniformidad de criterios y de metodologías requeridas para la conservación ex situ de recursos animales en peligro de extinción, tal y como se expresa textualmente en el Documento de Líneas Directrices para la elaboración de planes de gestión de recursos genéticos de animales de granja de la FAO (1998) y en el ERF (2003), también bajo los auspicios de la FAO.

Se pretende contribuir a la difusión de la información sobre la preservación de germoplasma de las razas entre las distintas asociaciones y entidades interesadas y contribuir a transferir al sector una metodología más sencilla y eficaz.

La importancia económica y social del proyecto proviene de la capacidad de asentamiento y fijación de la población que los animales autóctonos ejercen en el medio rural.





Convenio de Colaboración entre el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y la empresa Inmunología y Genética Aplicada, S.A.

Objeto: Regular la colaboración entre Inmunología y Genética Aplicada, S.A. y el SERIDA, para la realización del proyecto de investigación "Desarrollo de un método de diagnóstico de sarna sarcóptica basado en el uso de antígenos recombinantes de *Sarcoptes scabiei* y anticuerpos monoclonales. Identificación de antígenos de *S. scabiei* con potencial vacunal".

Duración: Desde el 5 de Julio al 31 de diciembre de 2010.

Contratos

Contrato de transferencia tecnológica entre Fall Creek Farm and Nursery Inc. y el SERIDA

Objeto: Transferir tecnología del SERIDA sobre el injerto en arándanos para adaptar la técnica a la situación particular de las explotaciones de Fall Creek.

Duración: Desde el 18 de octubre de 2010 hasta el 19 de octubre de 2013.

Contrato entre el SERIDA y el Macelo de Mieres para investigar sobre el efecto del acabado en montanera sobre la calidad organoléptica y tisular de lípidos de la producción y productos del Gochu Asturcelta

Objeto: Poner en valor las producciones y productos de la única raza autóctona porcina del Principado de Asturias, mediante el trasvase de nuevos conocimientos y tecnologías que implementen valor añadido en las producciones y su comercialización.

Duración: del 18 de octubre de 2010 hasta el 31 de diciembre de 2012.

Contrato entre la empresa beneficiaria del programa Innocámaras (La Cooperativa de Agricultores, Consumidores y Usuarios del Concejo de Gijón –CAGI–) y el SERIDA (empresa asesora homologada)

Objeto: Prestar los servicios necesarios para el diseño, desarrollo y puesta en práctica de una serie de recomendaciones en materia de innovación para la mejora de la competitividad de la Empresa CAGI.

Duración: Desde el 3 de septiembre hasta el 31 de diciembre de 2010.

Contrato entre Asociación Puente de los Santos y el SERIDA para investigar en la mejora de las técnicas de cultivo de los pequeños frutos en la Cornisa Cantábrica

Objeto: Optimizar la tecnología de cultivo para una producción sostenible y rentable del arándano y en concreto, la evaluación de diversas formulaciones de fertilización de arranque de los arándanos para obtener el máximo desarrollo vegetativo en los primeros años de cultivo.

Duración: Del 4 de octubre de 2010 hasta el 31 de diciembre de 2013.

Contrato de servicios entre el Centro de Desarrollo Navia - Porcia y el SERIDA y para la asistencia técnica del proyecto de cooperación interterritorial "Nuevos Horizontes"

Objeto: Pretende impulsar iniciativas de empleo a través de la puesta en valor de tierras agrarias, mediante la recuperación del patrimonio genético vegetal y el fomento de nuevas producciones demandadas por los mercados". El SERIDA asesorará y evaluará las actuaciones en la primera fase del proyecto. Concretamente, en la recopilación y definición de parámetros productivos y estructurales para los cultivos de patata y arándano, previamente identificados por el Grupo de Desarrollo Rural CEDER Navia - Porcia.

Duración: Desde mediados de octubre, hasta el 31 de diciembre de 2010.

Contrato de servicios entre el Centro de Desarrollo Bajo Nalón y el SERIDA y para la asistencia técnica del proyecto de cooperación interterritorial "Nuevos Horizontes"

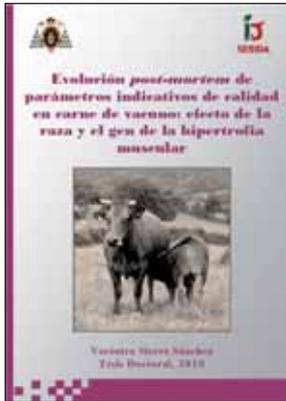
Objeto: Pretende impulsar iniciativas de empleo a través de la puesta en valor de tierras agrarias, mediante la recuperación del patrimonio genético vegetal y el fomento de nuevas producciones demandadas por los mercados". El SERIDA asesorará y evaluará las actuaciones en la primera fase del proyecto. Concretamente, en la recopilación y la definición de parámetros productivos y estructurales para los cultivos de kiwi y arándano, previamente identificados por el Grupo de Desarrollo Rural CEDER Bajo Nalón.

Duración: Desde mediados de octubre, hasta el 31 de diciembre de 2010.



Tesis y Seminarios

Tesis doctorales



Evolución *post-mortem* de parámetros indicativos de calidad en carne de vacuno: efecto de la raza y el gen de la hipertrofia muscular

Autora: Verónica Sierra Sánchez

Año: Octubre, 2010

Directoras: Doctoras Ana María Coto Montes (Universidad de Oviedo) y M.^a Carmen Oliván García (SERIDA)

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo

Calificación: Sobresaliente cum laude

Esta Tesis aborda la evolución *post-mortem* de la calidad de la carne obtenida de distintos biotipos de las razas bovinas asturianas amparados por la IGP "Terneira Asturiana", en función de la raza (Asturiana de los Valles "AV" y Asturiana de la Montaña "AM") y el gen de la hipertrofia muscular (gen que determina el carácter culón).

Se estudió el papel de los principales sistemas proteolíticos (catepsinas, calpaínas) sobre el proceso de tenderización de la carne (proceso de ablandamiento de la carne que se produce durante su conservación y que le permite alcanzar su óptimo de calidad), ya que la terneza y calidad final de la carne depende del grado de alteración de la estructura muscular. También, se identificaron determinadas proteínas (miofibrilares, sarcoplásmicas) que se proponen como biomarcadores del proceso de tenderización.

Otros parámetros de calidad de la carne tales como el pH, la capacidad de retención de agua, la composición química o el color mostraron diferencias entre los distintos biotipos estudiados, haciendo que la percepción de los principales atributos senso-

riales permita distinguir dos tipos de productos. Por un lado, carne que muestra valores altos de aceptabilidad a tiempos de maduración intermedios (entre los 7 y los 14 días *post-mortem*), que coincide con la carne de los genotipos con hipertrofia muscular (mh/mh y mh/+) de la raza AV y, por otro lado, carne de los biotipos sin presencia de hipertrofia muscular (+/+) de las razas AV y AM y su cruce (AV x AM), que requiere tiempos de maduración más largos para alcanzar su óptimo de maduración.

Con el fin de facilitar la aplicación en el sector de la información obtenida, se analizó la capacidad de la espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIRS) para la predicción "online" de los parámetros de calidad estudiados.

Por último, en el estudio se proponen nuevas estrategias para la comprensión del proceso de conversión del músculo en carne, a través del estudio de procesos de muerte celular programada que ocurren durante el oreo temprano de la canal y que pueden influir sobre la calidad final del producto.



Espectroscopia en el infrarrojo cercano y su combinación con microscopía para la detección y cuantificación de ingredientes y contaminantes en alimentación animal

Autora: M.^a del Valle Fernández Ibáñez

Año: Diciembre, 2009

Directoras: Dra. Begoña de la Roza Delgado (SERIDA) y Dra. Ana Garrido Varo (Universidad de Córdoba)

Lugar de presentación: Universidad de Córdoba

Calificación: Sobresaliente *cum laude*

La nutrición animal, además de considerar a los alimentos en términos de producción eficiente, debe tener en cuenta su viabilidad para promover la salud animal y humana y proteger de posibles crisis alimentarias. Estos nuevos conceptos nutricionales requieren el desarrollo y la difusión de métodos analíticos para la autenticación y detección de ingredientes y contaminantes. Para abordar estos problemas, una alternativa clara es la tecnología por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) y su combinación con la microscopía (NIRM), que ha permitido profundizar en el desarrollo de metodologías alternativas a la microscopía óptica (técnica oficial) para detectar y cuantificar ingredientes admitidos y prohibidos en piensos y mezclas.

Este trabajo muestra cómo la tecnología NIRS y NIRM combinadas con algoritmos multivariantes, pueden ser utilizados como técnica objetiva para detectar y cuantificar ingredientes y contaminantes en la alimentación animal y, por tanto, posibilitan a los organismos de inspección y control el cumplimiento de las normativas nacionales y europeas. Se llevaron a cabo los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollo y evaluación de la espectroscopia de infrarrojo cercano para la detección de contaminantes en ingredientes destinados a la alimentación animal.
- Evaluación y optimización de la microscopía NIRS (NIRM) para el análisis de ingredientes tradicionalmente utilizados en alimentación animal.
- Creación y desarrollo de librerías espectrales NIRM para la detección de ingredientes y contaminantes en mezclas utilizadas en alimentación animal.
- Desarrollo y validación de algoritmos matemáticos para la predicción de ingredientes y contaminantes en mezclas utilizadas en alimentación animal.

La metodología utilizada y los resultados obtenidos demuestran que es posible incorporar en el campo de la alimentación animal una metodología instantánea que permite realizar los controles vigentes en materia de control de calidad y seguridad alimentaria, garantizando el cumplimiento de las Directivas comunitarias.

En síntesis, la presente tesis ha permitido extraer la información relevante inherente en el espectro NIR, utilizando herramientas quimiométricas, que en ocasiones han requerido sofisticados algoritmos, consiguiendo el análisis instantáneo y objetivo de muestras e ingredientes para garantizar su calidad, trazabilidad y seguridad.

Seminarios de investigación



Presencia de *pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* en malas hierbas asociadas al cultivo de la judía tipo Granja Asturiana

Autor: Ana María Fernández Sanz

Año: 2010

Directoras: Dra. Ana J. González (SERIDA) y Dra. Rosario Rodicio (Universidad de Oviedo)

Tutor: Dr. Abelardo Casares (Universidad de Oviedo)

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo

Calificación: Sobresaliente

Se estudia el papel de las malas hierbas como posibles reservorios de la bacteria causante de la enfermedad conocida como "grasa de la judía" en el cultivo de la judía granja asturiana. El trabajo se centró en buscar y caracterizar aislamientos de esta bacteria en las malas hierbas que acompañan al cultivo. Para ello, se realizaron prospecciones desde 2007 a 2009 en fincas afectadas. Los aislamientos bacterianos aislados se identificaron y caracterizaron mediante técnicas de Microbiología clásicas y técnicas de Biología Molecular, como la amplificación de fragmentos específicos de ADN (PCR) y la macrorrestricción genómica seguida de electroforesis en campo pulsado (PFGE). Por último, se realizaron las pruebas de patogenicidad en *Phaseolus vulgaris* y en *Solanum nigrum*.

Se obtuvo una colección de 71 aislamientos de *P. s. pv. phaseolicola*, ocho de ellos se aislaron en cinco especies de malas hierbas (*Fumaria sp.*, *Mercurialis annua*, *Polygonum lapathifolium*, *Solanum nigrum* y *Sonchus oleraceus*). Se comprobó la patogenicidad en judía de estos ocho aislamientos y, gracias a las técnicas moleculares empleadas, se confirmó el origen común con los aislamientos recuperados de judía. También, se demostró la presencia del patógeno sobre las malas hierbas hasta 10 semanas después de la retirada del cultivo. Estos resultados apuntan que las malas hierbas podrían jugar un papel importante como reservorios, que

contribuyen a mantener y a propagar la enfermedad, ya que, debido a la gran facilidad de dispersión de este patógeno, basta una planta infectada en 10.000 para producir una epidemia.



Implementación de una metodología GC-MS para análisis de ácidos grasos en leche

Autora: M^º Amelia González Arrojo

Año: Diciembre, 2009

Directores: Dra. Ana Soldado Cabezuelo y Dra. Begoña de la Roza Delgado (SERIDA)

Tutor: José Manuel Costa Fernández (Universidad de Oviedo)

Lugar de presentación: Universidad de Oviedo

Calificación: Sobresaliente

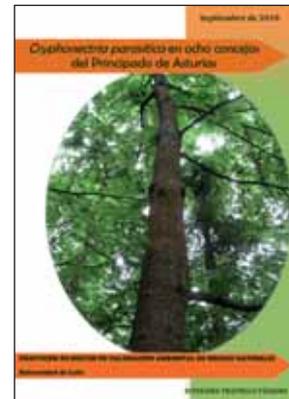
Se planteó como objetivo principal la implementación de una metodología analítica de cromatografía de gases acoplada a un detector de masas (GC-MS, por sus siglas en inglés), para determinar el contenido en ácidos grasos de la leche, adecuada para el análisis y procesado de un número elevado de muestras. Para ello, se evaluaron las etapas del análisis por GC-MS:

- Optimización de las condiciones cromatográficas.
- Extracción de la fracción lipídica de las muestras de leche por distintas metodologías, comparando manipulación, tiempo, reactivos y eficacia.
- Extracción y metilación de los ácidos grasos mediante catálisis básica.
- Evaluación de las características de exactitud y precisión del método.

Los resultados revelan que el método de obtención de la fracción lipídica no afecta a los compuestos extraídos. La temperatura no influye sobre el proceso de metilación, pero afecta a la repetibilidad y a la reproducibilidad de los ensayos. La extracción lipídica basada en la centrifugación de la leche y ultracentrifugación de la capa de nata formada es sencilla y rápida, sin embargo muestra menor repetibilidad y reproducibilidad frente a la metodología basada en una primera centrifugación de la leche y poste-

rior extracción con la mezcla de disolventes hexano/isopropanol 3/2.

Máster



Cryphonectria parasitica en ocho concejos del Principado de Asturias

Prácticum Máster: Valoración ambiental de riesgos naturales

Autora: Estefanía Trapiello Vázquez

Año: Septiembre, 2010

Directoras: Dras. Ana J González (SERIDA) y Victoria Seco (Universidad de León)

Lugar de presentación: Universidad de León

Calificación: Sobresaliente

El chancro del castaño, producido por el hongo *Cryphonectria parasitica*, es una enfermedad muy extendida en Asturias que causa importantes daños a los castaños. En trabajos previos se vio que el hongo está presente en 69 de los 78 concejos que conforman el Principado de Asturias. Los aislamientos del hongo recogidos en Asturias pertenecen mayoritariamente al grupo de compatibilidad vegetativa (GCV) EU-1, mientras que los GCV EU-13 y EU-3 están mucho menos representados. Asimismo, el idiomorfo MAT-1 ha sido el más frecuente y se han seleccionado dos cepas que tienen las características propias de las hipovirulentas, ambas del GCV EU-1.

En este trabajo se planteó estudiar la situación en una zona del concejo de Villaviciosa, en la localidad de Priesca. Además, se realizó un estudio de nuevos aislamientos obtenidos en algunos de los concejos en los que se conoce que existe más de un GCV, para seleccionar posibles cepas hipovirulentas de los grupos EU-13 y EU-3.

Se comprobó la presencia de los GCV EU-1 y EU-13 en Villaviciosa y de los idiomorfos MAT-1 y MAT-2 en los concejos de Allande y Cangas del Narcea, mientras que en Cudillero se encontró MAT-1 y en Siero, MAT-2. No se aislaron nuevas cepas de los GCV EU-13 y EU-3 en Allande, Cangas del Narcea, Cudillero y Siero, por lo que es necesario intensificar el muestreo.

Publicaciones

Libros

La manzana y la sidra: bioprocesos, tecnologías de elaboración y control

Domingo Blanco Gomis y Juan José Mangas Alonso (Editores)

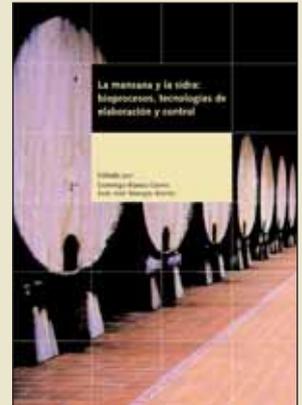
Depósito Legal: AS-5229-2010

ISBN.: 978-84-693-6631-8

Medidas: 17x24.

318 Páginas.

A través de los once capítulos que componen el libro se van estudiando los aspectos que influyen en el proceso de elaboración de sidra. Un primer bloque temático estudia la manzana destinada a la elaboración de sidra, la síntesis de las moléculas más relevantes desde el punto de vista tecnológico, sensorial y nutricional, y se examina el proceso de maduración del fruto. A continuación, en un segundo bloque, se analizan los procesos bioquímicos y la microbiota implicada en la transformación del mosto de manzana en sidra así como los aspectos tecnológicos del proceso de elaboración, desde la fase pre-fermentativa, hasta la maduración y estabilización de la sidra. Un tercer apartado describe las sidras espumosas, la físico-química de la espuma y profundiza especialmente en las técnicas instrumentales más modernas para el control de calidad de la sidra y la evaluación sensorial. Finalmente, se dedica un capítulo a la elaboración de la sidra artesana con un enfoque más divulgativo y aplicado.



Memoria de actividades de I+D+i SERIDA 2009

Depósito Legal: AS-4.465-09.

Formato: CD.

[On line]: <http://www.serida.org/memoria.php?anyo=2009>

Marzo, 2010

Edita: SERIDA

La Memoria Serida 2009 da cuenta del desarrollo de los proyectos de I+D+i, de la intensa labor contractual y relacional con otros organismos, agentes e instituciones y del esfuerzo realizado en actividades científicas, técnicas, divulgativas, promocionales y formativas de la entidad durante el año 2009.



Producción ecológica agro-ganadera y alternativas de diversificación

Antonio Martínez, Rafael Celaya,

Carmen Oliván, Pedro Castro y

Koldo Osoro

Depósito Legal: AS-3126-10

Medidas: 17 x 24 cm

72 Páginas

Siero, junio 2010

Edita: SERIDA

El libro recoge avances en el conocimiento sobre sistemas concretos de producción ganadera ecológica como son el de la producción de carne de vacuno con cebo de terneros y la producción de carne de ovino, sin apenas consumir concentrados. También muestra sistemas de aprovechamientos mixtos ganaderos y frutícolas como el de ovino de carne y manzano de sidra. Además, el trabajo propone pausas y recomendaciones para el manejo ecológico de forrajes.



Folleto



Variedades de Maíz. Actualización 2009

Alejandro Argumentaría,
Antonio Martínez, Ana Soldado,
Adela Martínez, José Damián del Valle y
Jesús Alperi

Depósito legal: AS-944-10

Medidas: 15 x 21 cm.

Páginas: 16

Siero, 2010

Edita: SERIDA

El SERIDA viene realizando, ininterrumpidamente desde 1996, estudios de evaluación de las variedades de maíz que están siendo ofertadas con más frecuencia por las casas comerciales con el objetivo de ofrecer los resultados al sector ganadero, a las cooperativas, los centros de compras, entre otros destinatarios, para argumentar técnicamente la decisión de la variedad a emplear.

Esta publicación presenta, los datos del estudio actualizados a 2009; en ella se describe el listado de variedades y los criterios recomendados para elegir las más adecuadas.

Nueva variedad de judía tipo Faba Granja

Maximina



SERIDA

Servicio Regional de Investigación
y Desarrollo Agroalimentario



Descripción

Línea de Faba Granja asturiana esencialmente derivada de la variedad Andecha portadora de resistencias a antracnosis, virus de mosaico común y necrótico de la judía y oidio

Características

Agronómicas

Producción media: 2600 kg/ha
Ciclo de cultivo: 120 – 130 días
Peso de 100 semillas: 106 g.
Número semillas/vaina: 4,5
Número vainas/m²: 125

Fenológicas

Inicio floración: 59,40 ± 1,05 días
Final de floración: 93,20 ± 0,71 días
Recolección: 123,20 ± 0,49 días

Morfológicas

Planta con hábito de crecimiento indeterminado trepador (tipo IV b)
Semilla dentro del tipo comercial Faba Granja, con forma oblonga larga, semillena, color blanco y brillo medio.



Resistencias

Virus del mosaico común y necrótico de la judía (BCMV/BCMNV). Genes *I+ bc-3*.
Razas locales de antracnosis. Gen Co-2.
Moderados niveles de resistencia a oidio

Registro

Inscrita en el Registro de Variedades Comerciales (Boletín Oficial del Estado: 19 de mayo de 2010, Núm. 122). BOE. Orden ARM/1300/2010, de 7 de mayo. N. de solicitud: 20080238