

# Tecnología Agroalimentaria

Boletín informativo del SERIDA

Número 10 - 2011

Conservación de recursos fitogenéticos ■ Tuberculosis bovina ■ Piensos para Gochu Asturcelta  
Aroma de la sidra ■ Malas hierbas y bacterias fitopatógenas ■ Teledetección ■ Vacuno mayor



# SUMARIO

Tecnología Agroalimentaria - SERIDA

Número 10 • 2011

## Actualidad

### 2 Investigadores y técnicos de Suecia por los brezales-tojales del Occidente de Asturias

Koldo Osoro Otaduy  
Rocío Rosa García  
Rafael Celaya Aguirre  
Luis Miguel Mendes Ferreira  
Urcesino García Prieto  
Antonio Martínez Martínez

## Información ganadera

### 13 La tuberculosis bovina en Asturias. Papel de la fauna silvestre

Ana Balseiro Morales

### 19 Recomendaciones nutricionales para piensos destinados a la raza porcina autóctona de Asturias (Gochu Asturcelta)

Alejandro Argamentería Gutiérrez  
Begoña de la Roza Delgado

## Información agrícola

### 5 Importancia de la sanidad en la conservación de los recursos fitogenéticos

Ana J. González Fernández  
Estefanía Trapiello Vázquez

### 9 Las malas hierbas contribuyen a la supervivencia de algunas bacterias fitopatógenas

Ana J. González Fernández  
Ana M<sup>a</sup> Fernández Sanz  
M<sup>a</sup> del Rosario Rodicio Rodicio

## Información alimentaria

### 29 Selección de levaduras para la elaboración de sidras naturales espumosas por el método tradicional o "Champenoise" (y II)

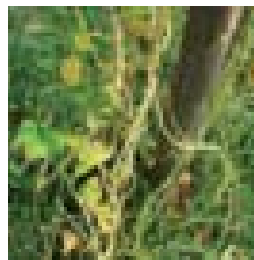
Rosa Pando Bedriñana

### 33 La naturaleza química del aroma de la sidra

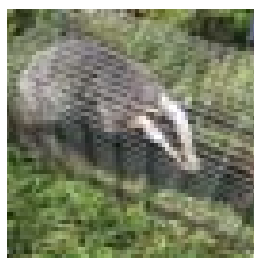
María José Antón Díaz  
Belén Suárez Valles  
Anna Picinelli Lobo



2



9



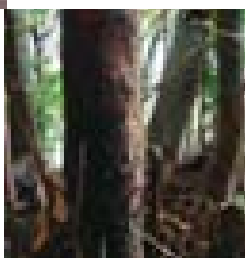
13



19



33



39

46

## Colaboraciones

### 39 | Estudio piloto para la discriminación y seguimiento de las masas arbóreas de castaño afectadas por chancro mediante técnicas de teledetección

Pedro Augusto Fernández García  
David Villar García  
M<sup>a</sup> José Checa Alonso  
Pilar Porcel Prado  
Miguel Ángel García  
Pedro Miguel Sanz Muñoz

## Proyectos de investigación

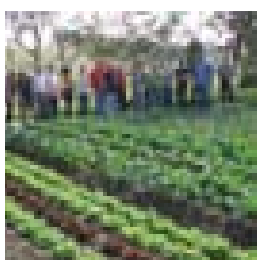
### 46 | Puesta en valor de la carne de vacuno mayor en Asturias y en la Cornisa Cantábrica

Koldo Osoro Otaduy  
Antonio Martínez Martínez  
M<sup>a</sup> del Carmen Oliván García  
Ana Belén Soldado Cabezuelo  
Miguel Fernández Lazcano

## Reuniones y seminarios

### 54 | XLI Seminario de técnicos y especialistas en horticultura

Guillermo García González de Lena  
Alberto Baranda Álvarez



# 54



## Cartera de proyectos

### 60 | Nuevos proyectos de I+D+i

## Catálogo de convenios

### 66 | Nuevos convenios y contratos

## Tesis y Seminarios

### 67 | Tesis de Máster y tesis de licenciatura

## Publicaciones

### 69 | Libros y folletos

Fotografía portada: Escalopín de solomillo a la crema de queso Gamonéu.  
*Cortesía de Hotel Lagos de Covadonga, S.L.*

Tecnología Agroalimentaria es el boletín informativo del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), organismo público de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias que depende de la Dirección General de Agroganadería. Este boletín de carácter divulgativo, no venal, pretende impulsar, a través de los distintos artículos que lo integran, la aplicación de recomendaciones prácticas concretas, emanadas de los resultados de los proyectos de investigación y desarrollo en curso de los distintos campos de la producción vegetal, animal, alimentaria y forestal.

**Consejo de redacción:** Koldo Osoro, Pedro Castro, Juan José Mangas, Antonio Martínez y Alberto Baranda

**Coordinación editorial:** Alberto Baranda

**Edita:** Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)

**Sede central:** Apdo. 13. 33300 Villaviciosa. Asturias - España

**Tel.:** (+34) 985 890 066. Fax: (+34) 985 891 854

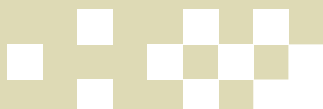
**E-mail:** [transferencia@serida.org](mailto:transferencia@serida.org)

**Imprime:** Asturgraf, S.L.

**D.L.:** As.-2.617/1995

**ISSN:** 1135-6030

El SERIDA no se responsabiliza del contenido de las colaboraciones externas, ni tampoco, necesariamente, comparte los criterios y opiniones de los autores ajenos a la entidad.



# Investigadores y técnicos de Suecia por los brezales-tojales del Occidente de Asturias

KOLDO OSORO OTADUY. Director Gerente del SERIDA. kosoro@serida.org

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

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

LUIS MIGUEL MENDES FERREIRA. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal). lmf@utade.pt

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

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



Esta finca, localizada en la Sierra de San Isidro (Illano), se puso en marcha en 1991 con motivo del inicio de el proyecto europeo "Development of mixed grazing systems of animal production for the management of seminatural vegetation to protect the rural environment in sparsely populated areas" (CEE N° 8001-CT90-0011) que contaba con la participación de cinco grupos de investigación: Macaulay Land Use Research Institute de Escocia; Institute National de la Recherche

Agronomique (INRA) de Clermont Ferrand y Montpellier de Francia; The Agriculture and Food Development Authority in Ireland (TEAGASC) de Irlanda y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (SERIDA) de España.

Los objetivos abordados en este proyecto consistían en estudiar las estrategias de manejo de rumiantes para el aprovechamiento y desarrollo de sistemas de producción animal sostenibles en áreas desfavorecidas.

En años sucesivos, se obtuvo financiación del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica y del Plan Sectorial de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) con las Comunidades Autónomas.

Recientemente, se ha desarrollado un nuevo proyecto europeo con el título de "Integrating foraging attributes of domestic livestock breeds into sustainable systems for grassland biodiversity and wider countryside benefits" (QLK5-CT-2001-30130), coordinado por el Institute of Grassland & Environmental Research (IGER) del Reino Unido, en el que par-

ticipó el INRA de Clermont Ferrand (Francia), dos universidades europeas (Georg August Universität de Göttingen (GAUG) de Alemania y Wageningen University de Holanda), el SERIDA y diversas instituciones oficiales (Servizio Agricoltura de Pordenone, Italia; Cheltenham and Gloucester College of Higher Education, Gran Bretaña).

Paralelamente, se continuó trabajando en los proyectos del Plan Nacional de I+D+i: *"Estudio de la interacción pasto-animal en diferentes comunidades vegetales de montaña"* (CICYT AGF95-0277), *"Estudio de estrategias de manejo en pastoreo del brezal-tojal para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción animal e incrementar la biodiversidad"* (CICYT-AGL-2003-05342), y del Plan Sectorial INIA: *"Estrategias de producción de carne de calidad en zonas desfavorecidas de la montaña asturiana"* (INIA SC93-092) y *"Utilización del caprino en la diversificación y obtención de valores añadidos a la actividad ganadera en extensivo"* (INIA RTA01-014-C2-1).

## La visita

Un grupo de diez investigadores y técnicos responsables de la gestión de la biodiversidad en los Parques Nacionales y Espacios Naturales de Suecia, pertenecientes al Departamento de Conservación de la Naturaleza, al Departamento Rural y a la Universidad de Gotemburgo, junto con un propietario de un gran latifundio, involucrado en la gestión de los recursos naturales, visitaron la finca experimental del SERIDA ubicada en la Sierra de San Isidro (Concejo de Illano) para conocer los trabajos de investigación realizados por el Área de Sistemas de Producción Animal del SERIDA en los últimos 20 años.

En este sentido, conviene destacar el interés generado por la información presentada por el SERIDA en la reunión europea sobre brezales: *"Threats, management and conservation of heathlands"*, celebrada en Noruega, en 2007 y por los trabajos recientemente discutidos en el duodécimo *"European Heathland Workshop"* celebrado en León y Mon-

tealegre, Portugal, (en cuya organización también colaboró el SERIDA), en relación con la dinámica vegetal, la conducta de pastoreo, la composición y calidad nutritiva de la dieta seleccionada, las respuestas en la producción y la sanidad animal, así como los efectos de las diferentes estrategias de pastoreo sobre la biodiversidad de la flora y la fauna.

El grupo sueco, coordinado por la Dra. Fanny Sahlén, del Departamento de Conservación de la Naturaleza de Västra Götaland (Gotemburgo), trabaja en el proyecto GRACE (Pastoreo y restauración medioambiental en los entornos litorales e insulares) en el que participan las administraciones provinciales de Västra Götaland, Blekinge, Halland y Estocolmo. El proyecto GRACE está cofinanciado por el fondo Life+ de la Unión Europea, dentro del programa para la conservación de la naturaleza, y la Red Natura 2000. Los objetivos de la visita eran ver experiencias y resultados, y adquirir conocimientos para restaurar y conservar distintos hábitats y comunidades vegetales, incluidos los prados y matorrales de brezal, considerados de gran valor medioambiental y paisajístico, a través de manejos tradicionales como el pastoreo, los aclareos y los fuegos controlados. Además de la conservación de dichos hábitats amenazados, los objetivos a largo plazo del proyecto GRACE incluyen el uso sostenible de los mismos y promocionar los productos locales y ecológicos, y el ecoturismo.

Durante su visita a la finca experimental de la Sierra de San Isidro en Illano, los expertos pudieron ver *in situ* y discutir con los investigadores del SERIDA los numerosos e importantes resultados de los diseños experimentales ejecutados en todos estos proyectos, llevándose copia de los 33 artículos SCI relacionados con el manejo del brezal publicados en los últimos cinco años por el Área de Sistemas de Producción Animal del SERIDA. Estos proyectos han estado coordinados por el Dr. Koldo Osoro, responsable del Área de Sistemas de Producción Animal y actual Director Gerente del SERIDA, con la participación de un equipo multidisciplinar constituido



↑  
Grupo de Investigadores y técnicos de Suecia interesándose por las explicaciones de los científicos del SERIDA.

por tres investigadores; especialistas en botánica (Dr. Rafael Celaya), zoología (Dra. Rocío Rosa) y zootecnia (Dr. Luis M. Mendes Ferreira, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) de Portugal, y dos ingenieros técnicos agrícolas, uno responsable del desarrollo y control de los proyectos (D. Urcesino García) y otro de la transferencia y aplicación de los conocimientos en el desarrollo de las explotaciones asturianas (D. Antonio Martínez), jefe del Departamento Tecnológico y de Servicios del SERIDA. En la parte de sanidad animal, en especial en las parasitosis, se trabaja de forma coordinada con el grupo SALUVET de la Universidad Complutense, dirigido por el Dr. Luis Ortega-Mora y con el Dr. Gorka Aduriz, del Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario NEIKER-Tecnalia, especialista en diagnóstico, observando el efecto antihelmíntico del brezo; en particular en el caprino, especie más sensible a las parasitosis. Por otra parte, se ha observado que la ingesta del brezo mejora la eficiencia en la síntesis de proteína a nivel ruminal, aspecto que se investiga en colaboración con el grupo de Nutrición Animal de la Estación Agrícola Experimental de León del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) que coordina el Dr. Ángel Ruíz Mantecón y con la citada UTAD.

Las cuestiones planteadas por el grupo sueco se centraron en el planteamiento y desarrollo de los diseños experimentales en estos territorios marginales, los problemas para el establecimiento de

las infraestructuras necesarias y el control de los depredadores.

Las diferencias en el comportamiento de los herbívoros fueron de especial interés, sobre todo en el caso de los pequeños rumiantes, por el papel que éstos ejercen en la dinámica y biodiversidad de los brezales. En uno de los diseños experimentales con ganado equino, pudieron comprobar la escasa apetencia que tienen para esta especie las ericáceas y las significativas pérdidas de peso que se visualizaban en las yeguas que se manejaban en las parcelas dominadas por éstas, frente a las que pastaban en la vegetación donde el tojo (*Ulex* sp.) era dominante, como hemos apuntado. Otro aspecto que llamó la atención fue el efecto de la presencia ó disponibilidad en la dieta de ericáceas en las cargas parasitarias y, en especial, en los nemátodos gastrointestinales del caprino.

Los investigadores suecos se mostraron muy satisfechos, ya que su objetivo principal era ver los efectos del pastoreo sobre la dinámica del brezal-tojal y también en la diversidad de la microfauna. Es preciso recordar que, recientemente, la Dra. Rocío Rosa localizó una nueva especie de arácnido que ha sido trasladada a la Universidad de Harvard para estudiar su filogenia por parte del Dr. Gonzalo Giribet (autoridad mundial en este grupo animal, profesor y conservador del Museo de Zoología Comparada de dicha institución). Este detalle singular fue muy apreciado por el grupo sueco, que mostró un especial interés en establecer un proyecto coordinado, financiado por el programa Marco de la Unión Europea u otros programas, desde los países nórdicos de la Unión Europea (Suecia y Noruega), hasta el noroeste de España y Portugal, pasando por Escocia y/o Gales (UK), donde tenemos los contactos y las colaboraciones científicas con el Dr. Javier Pérez-Barbería (Macaulay Land Use Research Institute) y la Dra. Mariécia Fraser (IGER - Aberystwyth University, Gales), respectivamente.

Esta visita científica también tuvo su reseña cultural y de desarrollo rural, ya que visitaron la Rectoral y otros puntos de interés en los concejos de Taramundi y los Oscos. ■



# Importancia de la sanidad en la conservación de los recursos fitogenéticos

ANA J. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ. Área de cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Responsable del Programa de Patología Vegetal. [anagf@serida.org](mailto:anagf@serida.org),  
ESTEFANÍA TRAPIELLO VÁZQUEZ. Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Patología Vegetal.

La actual sensibilidad hacia la conservación de la biodiversidad ha llevado a poner en marcha acciones para conservar los recursos fitogenéticos, que deben ir acompañadas, necesariamente, de un control sanitario del material a conservar. En este estudio, se presentan datos sobre la importancia de este tema y la trascendencia que puede tener en la apropiada conservación del material y en la posible dispersión de patógenos.



La conservación de los recursos fitogenéticos es tan antigua como la misma agricultura, puesto que los agricultores necesitan guardar semillas para la siguiente cosecha y las han intercambia-

do con frecuencia, además de llevarlas a lugares muy alejados de su origen. Sin embargo, es en el siglo pasado cuando el tema de la conservación de los recursos fitogenéticos, con fines científicos, cobra



más actualidad, motivado por la necesidad de preservar la diversidad biológica de especies y variedades.

La necesidad de tomar medidas para frenar la pérdida de biodiversidad, queda patente en la firma del Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro (UNCED, 1992) donde los estados miembro se comprometieron a tener el 60 % de las especies amenazadas de su territorio conservadas en bancos de germoplasma. A partir de entonces se van desarrollando una serie de instrumentos encaminados a frenar la pérdida actual y continua de la diversidad vegetal de nuestro planeta, como la Estrategia Global para la Conservación Vegetal por la Conferencia de las Partes (Decisión VI/9. La Haya, 2002) o el Tratado Internacional para los recursos filogenéticos relacionados con la Alimentación y la Agricultura (TI, FAO 2001-2004).

En España, el CRF, creado en 1993, adquiere la categoría de Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos en 2006, constituyendo así un auténtico Centro de referencia. Sus objetivos se basan en promover la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura dentro de los ámbitos nacional e internacional. Específicamente, es responsable de la conservación de los duplicados de seguridad de todas las colecciones activas de semillas de la Red Española de Colecciones del Programa Nacional de Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. En las distintas comunidades autónomas existen Bancos de Germoplasma de material diverso, como por ejemplo los de fitorecursos autóctonos y especies silvestres que se encuentran coordinados por la Red Española de Bancos de Germoplasma (REDBAG).

En el Principado de Asturias hay bancos de germoplasma de manzano, judía, trigos asturianos y de razas autóctonas en el SERIDA y de plantas silvestres en el Jardín Botánico de Gijón (BGVPA).

Los materiales vegetales conservados en los bancos de germoplasma constituyen una reserva que puede ser utilizada para conservar semillas, intercambiarlas o utilizarlas como base de estudio para programas de mejora, entre otras utilidades.

Sin embargo, no debemos perder de vista que la conservación del material vegetal conlleva también el mantenimiento de la biota microbiana asociada a él, sobre todo de aquellas especies microbianas que sobrevivan en las condiciones de almacenamiento de las semillas.

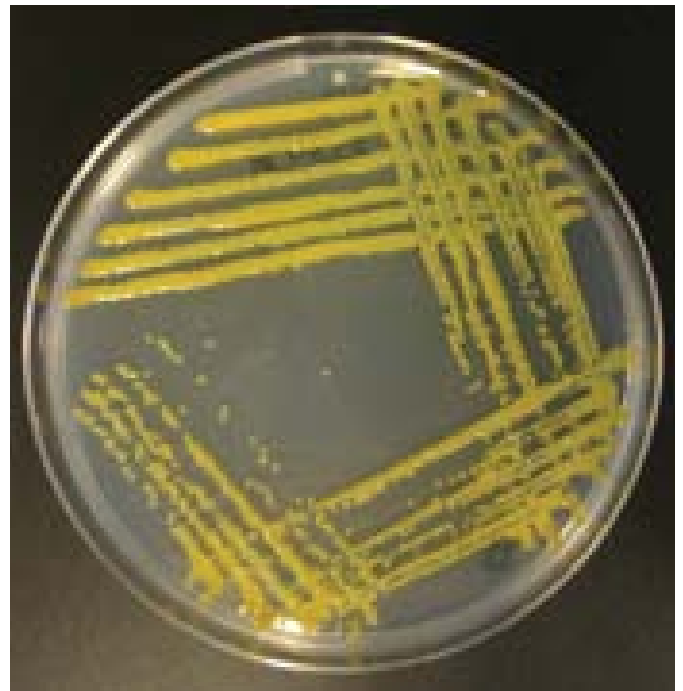
En el Laboratorio de Fitopatología del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) se llevó a cabo un estudio para determinar la presencia de bacterias cultivables en lotes de semilla de judía conservados durante diez años en un banco de germoplasma.

Se analizaron 16 lotes, de los cuales 13 habían sido multiplicados en 1996, uno en 1994 y los dos restantes en 2008. La multiplicación de los lotes se había realizado en diferentes lugares de la geografía española.

El resultado fue sorprendente pues se encontró, en dos de los lotes analizados, la presencia de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, que es un patógeno de cuarentena, del que España es zona protegida. Esta bacteria produce la marchitez bacteriana (Figura 1) y se ha descrito que es capaz de permanecer viable, al menos, 21 años en la semilla. Este hecho debe alertar a los conservadores de recursos fitogenéticos de la posibilidad de estar conservando patógenos potencialmente peligrosos.

También resultó curioso que las bacterias más frecuentes en los cultivos de la judía en nuestro país, como *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* y *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, no hayan aparecido en los lotes analizados. Sólo en un caso se aisló *P. viridiflava* en un lote de reciente multiplicación y que, por tanto, no había tenido período de almacenamiento. Esto podría explicarse, por un





lado, porque los técnicos conocen perfectamente estas enfermedades y evitan conservar esta semilla, pero también porque estas bacterias sobreviven mal en las condiciones de almacenamiento.

Las bacterias identificadas corresponden a tres clases, en primer lugar están las propias del ambiente, presentes en todas las muestras analizadas. Por otra parte, se encontraron también bacterias propias de la piel humana o de animales, que procederían del manejo de las semi-

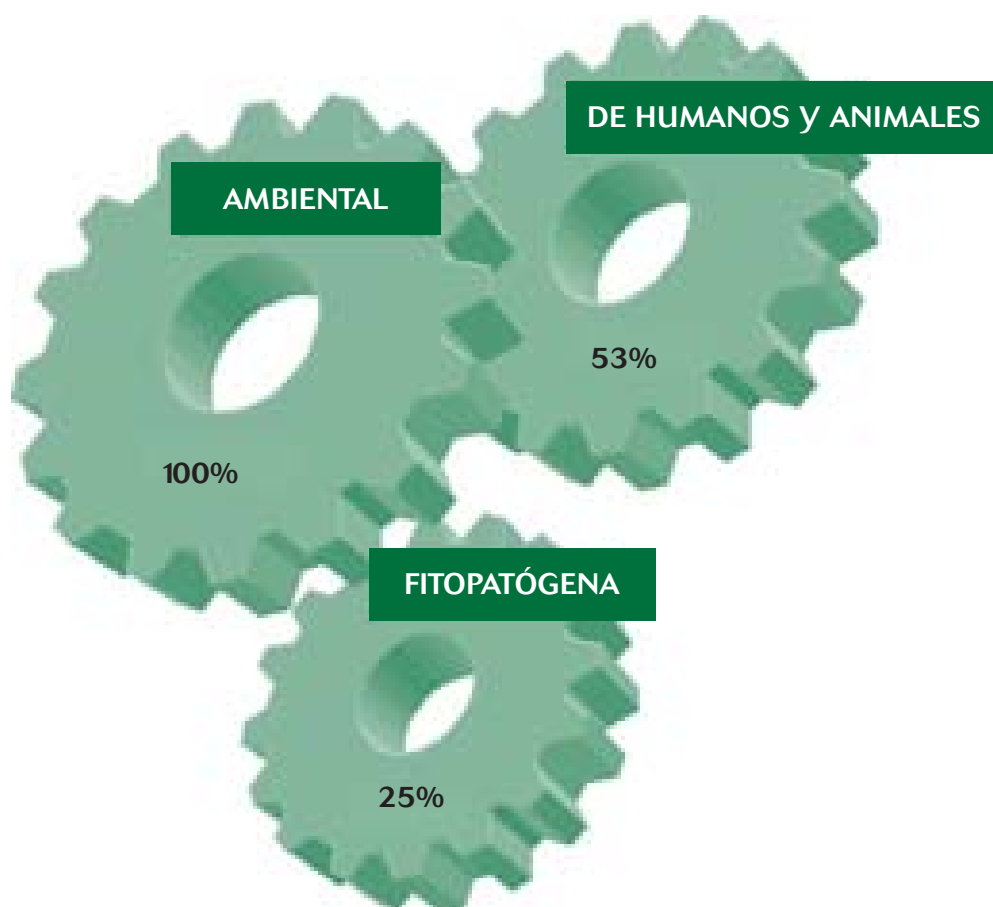
llas y que estuvieron presentes en el 53% de las muestras. Por último, en el 25% de las muestras, se encontraron bacterias fitopatógenas (Figura 2). En este caso, hay que tener en cuenta que sólo en el 19% de los casos la bacteria era patógena de judía; concretamente, en dos muestras se aisló *C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* y en otra *P. viridiflava*.

A pesar de ser minoritarias, desde el punto de vista cuantitativo, la gravedad de las bacterias fitopatógenas identifica-

↑  
**Figura 1.**-Marchitez bacteriana de la judía producida por la bacteria *Curtobacterium flaccumfaciens*. Síntomas en hojas, secado de brotes y vainas y aspecto de la bacteria en medio de cultivo.

→

**Figura 2.**—Biota bacteriana de las semillas analizadas, porcentaje de cada clase de bacterias presente en las muestras.



das es evidente, ya que su presencia en el material conservado no sólo compromete la viabilidad del mismo sino que puede suponer una vía de distribución del patógeno, incluso a grandes distancias.

La recomendación para los agricultores es que cuiden con mimo su semilla, la recojan siempre de plantas que no presenten síntomas de enfermedad y prioricen el control sanitario sobre el interés de la variedad, aunque ésta sea de calidad reconocida. No es conveniente utilizar semillas de las que se desconozca su procedencia, por muy buen aspecto que presenten, pues muchos patógenos no causan síntomas visibles en las semillas a pesar de que permanezcan viables en ellas.

En el SERIDA se ha venido trabajando a lo largo de dos décadas en la sanidad de la semilla de judía tipo granja asturiana: en la obtención de semilla libre de enfermedades para su posterior multipli-

cación (González, 2000 a), en el estudio de los patógenos presentes en ellas (González *et al.*, 2004) y en las metodologías más apropiadas para analizarlos (González, 2000 b).

A los conservadores de recursos fitogenéticos conviene también recordarles la importancia de realizar controles fitosanitarios en el material que conserven.

## Referencias

- GONZÁLEZ, A. J. 2000 a. La semilla sana como recurso de desarrollo del cultivo de la judía granja asturiana. V Jornadas sobre Calidad de los Alimentos. Valdediós. Asturias.
- GONZÁLEZ, A. J. 2000 b. Microbiota patógena en semilla de judía tipo granja asturiana. Obtención de semilla saneada. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo, 132 pp.
- GONZÁLEZ, A. J., MENDOZA, M. C., TELLO, J., 2004. Microorganismos patógenos transmitidos por semillas de judía tipo Granja Asturiana. Ed. KRK, 160 pp. Oviedo. ■



# Las malas hierbas contribuyen a la supervivencia de algunas bacterias fitopatógenas

ANA J. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ. Área de cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Responsable del Programa de Patología Vegetal. [anagf@serida.org](mailto:anagf@serida.org),  
ANA M<sup>a</sup> FERNÁNDEZ SANZ (1). Área de cultivos Hortofrutícolas y Forestales. Programa de Patología Vegetal. [anamaf@serida.org](mailto:anamaf@serida.org).  
M<sup>a</sup> DEL ROSARIO RODICIO RODICIO. Área de Microbiología. Profesora Titular Universidad de Oviedo. [rrodicio@uniovi.es](mailto:rrodicio@uniovi.es).

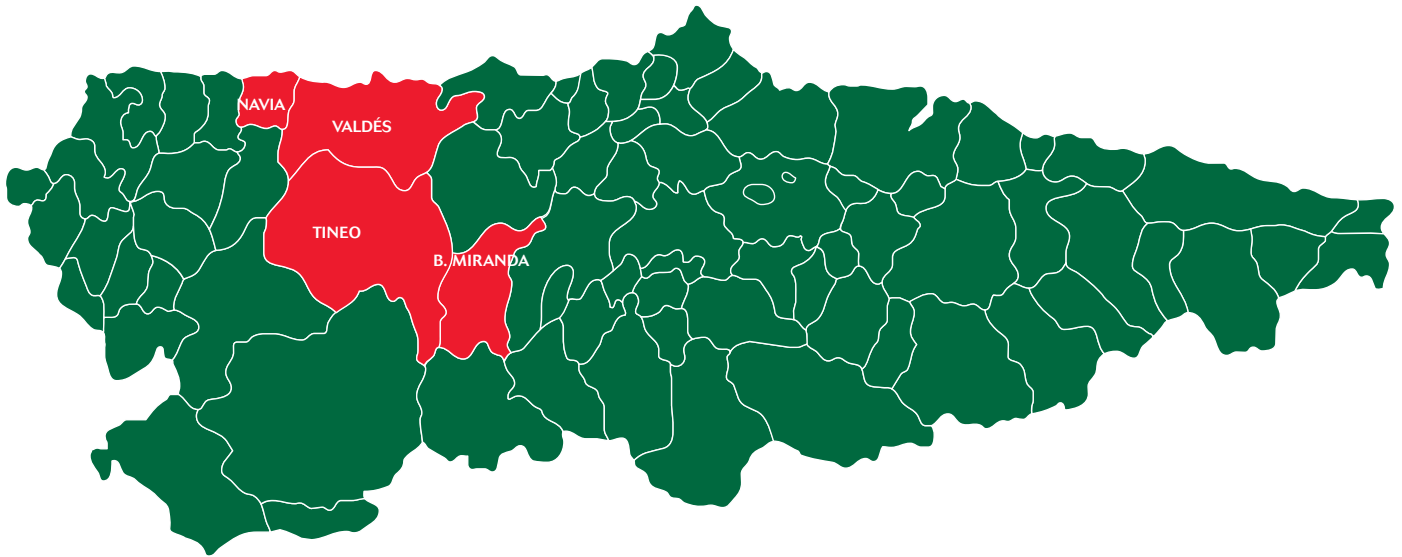
En Asturias es muy frecuente que las malas hierbas acompañen a nuestros cultivos, por lo que, para controlarlas, es imprescindible realizar labores de escarda. En el Laboratorio de Fitopatología del SERIDA se encontraron bacterias patógenas de la judía en algunas malas hierbas, que constituyen una fuente de inóculo y un reservorio que permite sobrevivir a la bacteria cuando no hay cultivo.



Desde hace tiempo, se vienen realizando en el SERIDA análisis para conocer los patógenos presentes en la judía y se han estudiado tratamientos para intentar controlarlos. Sin embargo, estos tratamientos no resultaron útiles cuando se trata de patógenos bacterianos, por lo

que, cuando se identifica este problema en un campo de cultivo se recomienda a los agricultores conseguir semilla en buen estado fitosanitario para el siguiente cultivo. A pesar de estas medidas, en muchos casos, la enfermedad vuelve a aparecer en el mismo campo por lo que





↑

**Figura 1.**-Concejos en los que se realizó el estudio.

→

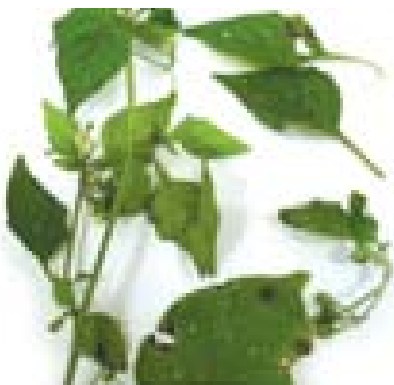
**Figura 2.**-Especies en las que se aisló *Pseudomonas syringae* pv *phaseolicola*.



*Sonchus oleraceus* (cerraja)



*Polygonum lapathifolium* (persicaria mayor)



*Solanum nigrum* (tomatito)



*Fumaria* sp. (palomilla)



*Mercurialis annua* (mercurial)

el control sólo de la semilla no siempre produce las mejoras esperables en el estado sanitario del cultivo.

Por esta razón se estudiaron los posibles reservorios de patógenos, comenzando por las malas hierbas. Para ello, se realizaron análisis puntuales de malas hierbas en 16 campos de judía que habían tenido problemas de bacteriosis (Figura 1) y se llevó un seguimiento a lo largo de todo un año, de una parcela afectada, ubicada en el concejo de Valdés.

Como resultado de este trabajo se identificó la bacteria causante de la grasa, *Pseudomonas syringae* pv *phaseolicola*, en cinco especies diferentes de malas hierbas (Figura 2): *Sonchus oleraceus* (cerraja), *Fumaria* sp. (palomilla), *Mercurialis annua* (mercurial), *Polygonum lapathifolium* (persicaria mayor) y *Solanum nigrum* (tomatito).

Este hallazgo constituye una importante novedad pues, hasta el momento, sólo se había descrito la presencia de esta bacteria en especies de leguminosas (Mabagala y Saettler, 1992). Los lugares prospectados en los que apareció pertenecen a los concejos de Valdés y Tineo.

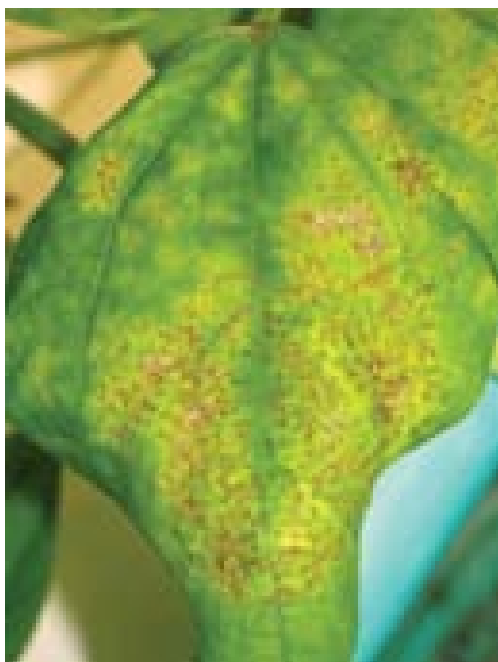
La bacteria se detectó en un 4% de las muestras analizadas; porcentaje pequeño, pero suficiente para provocar una epidemia. Hay que tener en cuenta que

una sola planta infectada entre 10.000 puede ser suficiente para provocar una epidemia, en condiciones climáticas favorables a la enfermedad (Smith *et al.*, 1992).

Las bacterias aisladas se inocularon en judía tipo granja asturiana para comprobar su patogenicidad; todas las cepas utilizadas produjeron síntomas de grasa en las plántulas de judía. Sin embargo, se comprobó que en *Solanum nigrum* esas cepas no produjeron daño (Figura 3).

Los resultados obtenidos en este estudio tienen interés epidemiológico por el papel que parecen jugar las malas hierbas dentro del ciclo biológico de la bacteria, en una fase de supervivencia epífita (sobre las plantas, sin parasitarlas). Concretamente, la presencia de *P. syringae* pv *phaseolicola* en malas hierbas indica que éstas pueden jugar un papel importante en la prevalencia de la enfermedad, lo que se vería agravado por la escasa rotación de cultivos que se practica en Asturias debido a las complicadas y costosas infraestructuras necesarias para el tutorado de la judía.

También se encontraron otras bacterias fitopatógenas que afectan al cultivo de la judía como *P. syringae* pv *syringae*, agente causal de la mancha parda de la judía, y *P. viridiflava*, entre otras.



↓  
**Figura 3.**-Inoculación de *P. syringae* pv *phaseolicola* aislada de *S. nigrum*.  
 A la izquierda, síntomas producidos en judía granja asturiana.  
 A la derecha, plántulas de *S. nigrum* inoculadas con la misma bacteria.



Las malas hierbas contribuyen a la supervivencia de algunas bacterias fitopatógenas



El estudio de las malas hierbas en el patosistema de la judía tipo granja asturiana seguirá completándose con nuevas identificaciones y pruebas de patogenicidad. No obstante, a pesar de su carácter preliminar, este avance permite alertar a los agricultores que no controlan las malas hierbas por el trabajo que ello supone, sin tener en cuenta que éstas producen una pérdida de rendimiento en sus cultivos y que, además, ayudan a sobrevivir a patógenos que pueden agravar los daños.

### Agradecimientos

A Fina Álvarez de la Cooperativa "La Oturense" por el envío de muestras, a Soledad Fernández, que trabajaba en el Consejo Regulador de la D.E. Faba de Asturias cuando nos ayudó en los muestreos y a todos los agricultores que colaboraron amablemente con este estudio, especialmente a Manuel García de Busto (Valdés).

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA RTA2005-00076.

### Nota

(1) Ana M<sup>º</sup> Fernández tiene una Beca Predoctoral del INIA.

### Referencias

- GONZÁLEZ, A. J. 2008. *Pseudomonas phaseolicola* en malas hierbas asociadas al cultivo de la judía tipo granja asturiana. XIV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Lugo, 15 al 19 de septiembre de 2008.
- FERNÁNDEZ, A. M.; RODICIO, M. R. y GONZÁLEZ, A. J. 2010. Presencia epífita de *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* en *Solanum nigrum* asociado al cultivo de judía granja asturiana. XV Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Vitoria, 27 de septiembre al 1 de octubre de 2010.
- MABAGALA, R. B., SAETTLER, A. W., 1992. The role of weeds in survival of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* in Northern Tanzania. Plant Disease.76: 683-687.
- SMITH, I. M., DUNEZ, J., PHILLIPS, D. M., LELLIOTT, R. y ARCHE S. A. (Eds.), 1992. Manual de enfermedades las plantas. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. ■



# La tuberculosis bovina en Asturias. Papel de la fauna silvestre

ANA BALSEIRO MORALES. Área de Sanidad Animal. Centro de Biotecnología Animal. SERIDA – Gijón. Deva. [abalseiro@serida.org](mailto:abalseiro@serida.org)

## Tuberculosis bovina

La tuberculosis bovina está causada por la micobacteria *Mycobacterium bovis*, un miembro del complejo *Mycobacterium tuberculosis* (Grange *et al.*, 1990). Este patógeno presenta un amplio rango de hospedadores, entre los que se incluyen rumiantes domésticos como el ganado

bovino, el caprino y el ovino, así como especies silvestres y, por supuesto, los humanos.

En la mayor parte de Europa, la tuberculosis en el ganado doméstico ha sido controlada o erradicada. Los costes de estos programas son muy elevados. En España, sólo durante el año 2010, han

supuesto un gasto de, aproximadamente, 27 millones de euros (RASVE, 2010). La erradicación de la tuberculosis en el ganado bovino es el objetivo final de cualquier programa de lucha a nivel nacional y de la Unión Europea. Constituye una prioridad esencial para la protección de la salud pública, para el buen funcionamiento del mercado intracomunitario de animales vivos y sus productos y para el aumento de la producción ganadera.

En España, la prevalencia de rebaño de la tuberculosis bovina para el año 2009 ascendió al 1,65% (MARM, 2009). La cifra necesaria para que un país sea declarado oficialmente indemne tanto por la Unión Europea como por la Oficina Internacional de Epizootias (OIE) se sitúa en el 0,2%.

En Asturias, la tuberculosis bovina sigue siendo un problema importante, pues en 2009, un 0,21% de rebaños bovinos tenían animales que reaccionaron positivamente a la prueba de la intradermorreacción, lo que supone que 40 ganaderías han sufrido un vacío sanitario o restricción de movimientos de sus animales (MARM, 2009). Existen concejos de Asturias con una especial problemática de tuberculosis, es el caso de Somiedo y Grado que presentaron un 4,30% y un 0,38%, respectivamente, de rebaños positivos en 2009 (MARM, 2009). Es en estos lugares problemáticos donde se necesita incidir en la investigación de posibles reservorios silvestres.

Por otro lado, la tuberculosis, tanto la producida por *M. bovis* como por *M. tuberculosis*, es una zoonosis. Por ello, los animales domésticos y silvestres pueden actuar como fuente de infección para el ser humano. La infección se produce mediante la inhalación o la ingestión del agente infeccioso; principalmente, por el consumo de leche cruda de vacas infectadas (Thoen *et al.*, 2006). Existe una relación directa entre la infección por *M. bovis* en vacas y la presencia de la enfermedad en la población humana (Cosivi *et al.*, 1998). En condiciones adecuadas, *M. bovis* y *M. tuberculosis* pueden transmitirse también de los humanos a las vacas, complicando así el control de la enferme-

dad (Michel *et al.*, 2010). En Asturias todavía existe un número preocupante de casos de tuberculosis en humanos. En 2008 se diagnosticaron 202 casos, a partir de esos pacientes se aislaron cepas de *M. bovis*, *M. tuberculosis* y *M. africanum* (Dirección General de Salud Pública del Principado de Asturias, 2009).

## Papel de la fauna silvestre

Existen determinadas áreas en las que la erradicación de la tuberculosis resulta especialmente complicada, lo que puede ser debido a la persistencia de la infección en reservorios silvestres. En consecuencia, se deben tomar medidas adicionales urgentes para detener la expansión de la enfermedad y revertir la tendencia que va en aumento.

La enfermedad es especialmente importante en territorios como Asturias, donde los programas de erradicación han disminuido de manera importante la incidencia de la tuberculosis, pero que aún así persiste y sigue causando nuevos brotes. También hay que tener en cuenta el aumento de explotaciones de cría de ganado en extensivo, lo que aumenta la posibilidad de transmisión de enfermedades entre distintas especies.

El tejón (*Meles meles*) es el reservorio silvestre de tuberculosis mejor estudiado en Europa. En esta especie la tuberculosis cursa con una infección crónica cuyo impacto para su supervivencia y fertilidad es mínimo. En Gran Bretaña e Irlanda, los tejones se consideran un reservorio de tuberculosis bovina y comprometen su erradicación en el ganado vacuno al entrar en contacto con el ganado, ya sea en los pastos o en las propias explotaciones (Delahay *et al.*, 2002). Fuera de estos países el papel del tejón como reservorio de tuberculosis es poco conocido.

El jabalí (*Sus scrofa*), por otra parte, es muy susceptible a la infección. En el Centro-Sur de España, donde el jabalí se considera un reservorio silvestre de tuberculosis, se encuentran altas prevalencias (42,3%) (Vicente *et al.*, 2006). La agregación espacial de esta especie y el contacto entre grupos aumentan el riesgo





de contraer la enfermedad. En las comunidades autónomas de Cantabria, Galicia y Castilla y León se aislaron micobacterias del complejo tuberculoso en esta especie. En Asturias, por el momento, no se ha diagnosticado la infección mediante cultivo. Sin embargo, sí que han aparecido animales positivos mediante una novedosa técnica serológica ELISA que es específica para el jabalí (Boadella *et al.*, 2011).

Durante el período 2008-2011 se ha desarrollado en el SERIDA un proyecto de investigación cuyo objetivo general consistió en describir el alcance real de la tuberculosis en las especies silvestres de tejón y corzo (*Capreolus capreolus*) de Asturias. Se ha pretendido identificar el significado de la tuberculosis en estas especies y las posibles repercusiones en el mantenimiento de la enfermedad en el medio silvestre y doméstico. Este proyecto ha arrojado luz sobre el papel que

juegan estas especies como reservorios de una enfermedad que afecta a la sanidad del ganado doméstico, pero también a la producción cinegética y a la salud pública.

Para ello, se recogieron y analizaron muestras de 36 tejones vivos mediante capturas y de 121 animales atropellados, que fueron remitidos al SERIDA por la Sección de Caza de la Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias, los Cotos privados de caza de Grado y Valdés y el Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC). Los tejones capturados fueron anestesiados previamente a la toma de muestras (Fotografía 1) y, posteriormente, devueltos al medio natural sin perjuicio alguno para ellos.

Se aisló la micobacteria *Mycobacterium bovis* a partir de ocho tejones atropellados (6,6%) (Figura 1). Por otro lado, se aislaron especies del complejo *M.*

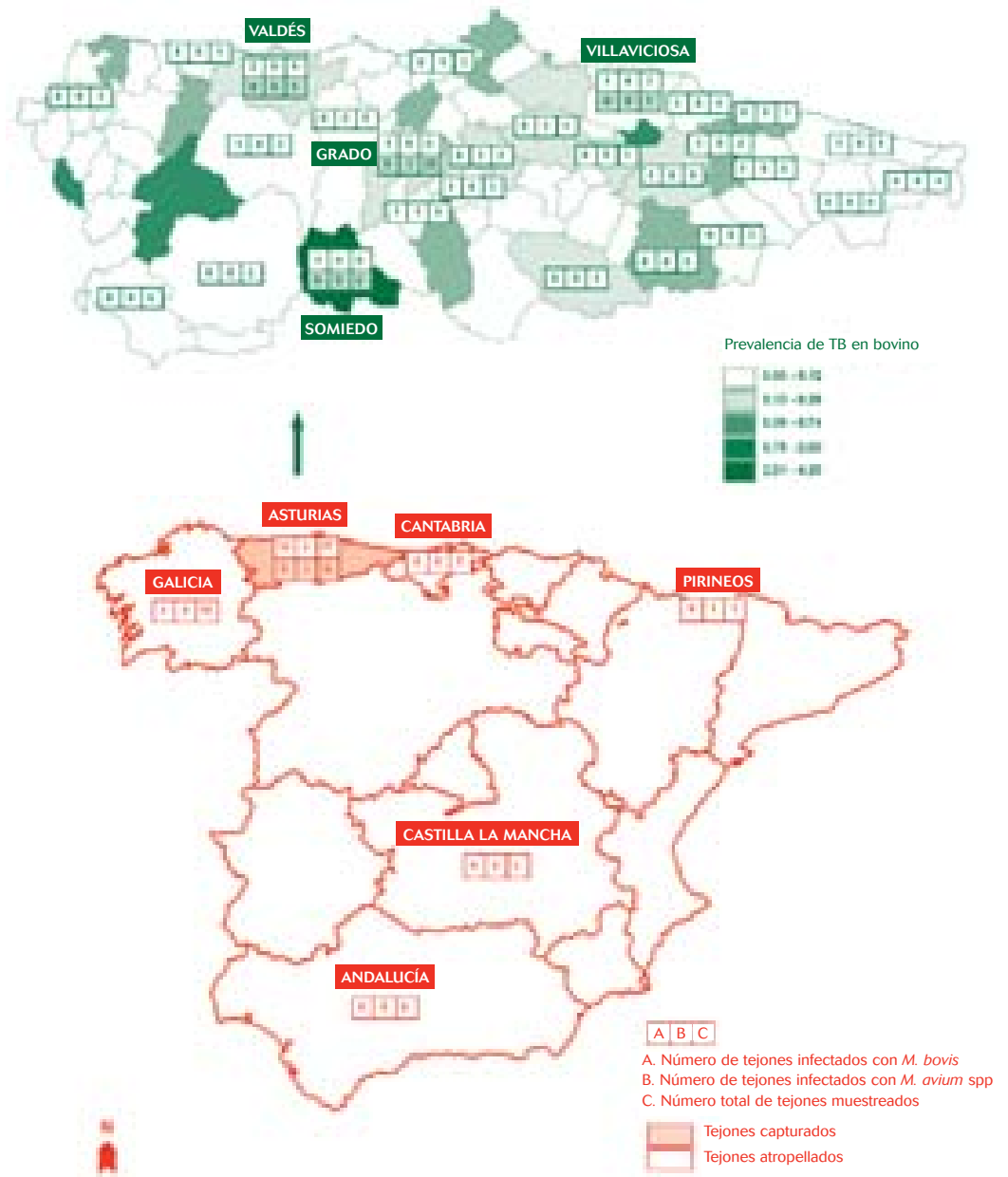


Fotografía 1.-Momento de la anestesia de un tejón capturado.



→

**Figura 1-** Distribución geográfica de los tejones (capturados y atropellados) muestreados e infectados con *M. bovis* y *M. avium* spp. en España. En la imagen de Asturias se muestra el número y la distribución geográfica de tejones muestreados, así como los tejones infectados por *M. bovis* y *M. avium* spp. En tramados verdes y rojos aparece la prevalencia de tuberculosis bovina en Asturias (MARM, 2009).



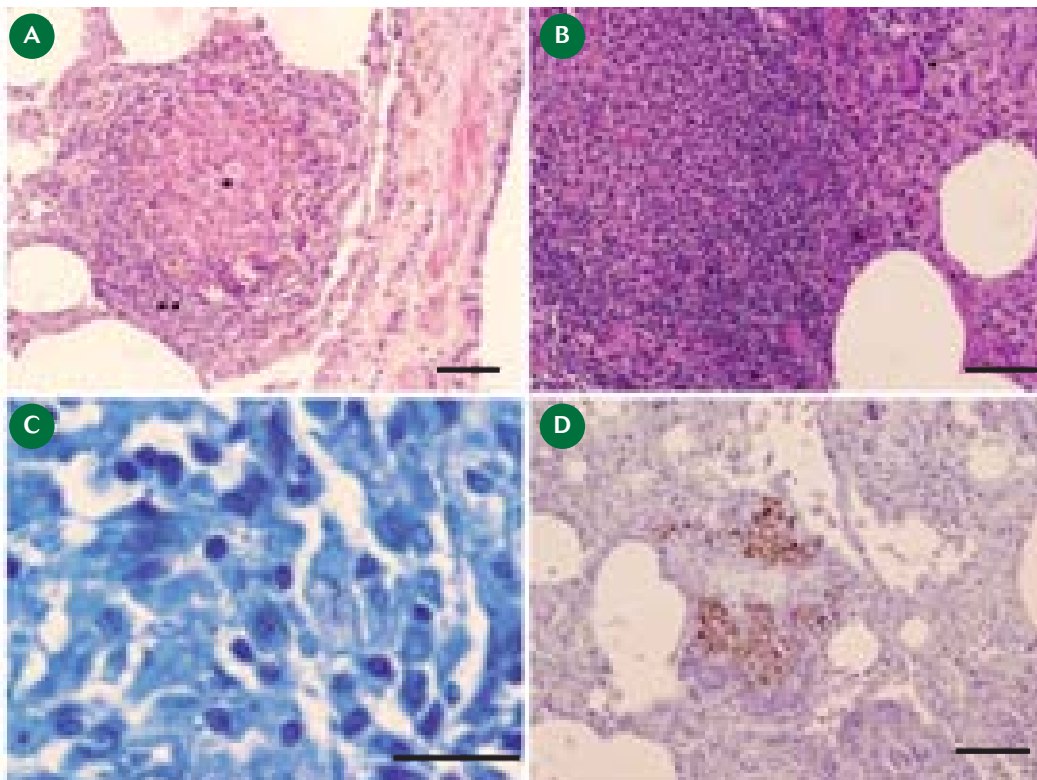
*avium* a partir de los tejidos de otros ocho animales atropellados (6,6%), cuatro se identificaron como *M. avium avium*, dos como *M. avium hominissuis* y otros dos no se consiguieron identificar. En ninguno de los 36 animales capturados se aisló *M. bovis*, si bien, se aisló e identificó *M. avium avium* a partir del exudado respiratorio de un tejón capturado en Las Regueras.

Mediante histopatología (técnica utilizada en los tejones atropellados) se diagnosticaron lesiones compatibles de tuberculosis en los tejones positivos a cultivo y en otros ocho animales negativos. Las lesiones siempre aparecían en el

pulmón y en los ganglios bronquiales y mediastínicos. Éstas consistían en pequeños granulomas formados por células epitelioides, clásicas de infecciones crónicas, rodeadas de linfocitos y macrófagos, que se confirmaron mediante las técnicas histológicas de Ziehl-Neelsen e inmunohisquímica (Figura 2).

Como conclusión, se confirmó la presencia de tuberculosis bovina en tejón en Asturias y Norte de España, con una prevalencia que asciende a un 12,4% combinando técnicas diagnósticas bacteriológicas e histopatológicas (Balseiro *et al.*, 2011).

El hallazgo de la tuberculosis bovina en tejón en Asturias supone un gran des-



←  
**Figura 2.** Lesiones histológicas en tejón infectado con *M. bovis*.  
**A)** Granuloma tuberculoso en pulmón formado por células epitelioides (\*) y por linfocitos y macrófagos (\*\*). Hematoxilina-Eosina, Barra = 50 µm.  
**B)** Granuloma en el que se pueden observar células gigantes de Langhans (flecha). Hematoxilina-Eosina, Barra = 50 µm.  
**C)** Bacilos ácido-alcohol resistentes (flechas). Ziehl-Neelsen, Barra = 20 µm.  
**D)** Positividad mediante tinción inmunohistoquímica en macrófagos en un granuloma en pulmón. Peroxidasa anti-Peroxidasa, Barra = 100 µm.

cubrimiento, aún más cuando ninguna otra especie silvestre (gamos, ciervos, corzos, rebecos y jabalíes) muestreada desde el año 2000 ha resultado positiva. Solamente se constató en 2007 la presencia de tuberculosis en un corzo (*Capreolus capreolus*), siendo la primera vez que se describía en España un caso de tuberculosis en esta especie (Balseiro *et al.*, 2009). Tras el muestreo y análisis sistemático de 76 corzos en Asturias, todos resultaron negativos, por lo que se llegó a la conclusión de que el corzo no es una especie silvestre relevante como reservorio o como especie de mantenimiento de la tuberculosis bovina en Asturias.

La presencia de lesiones macroscópicas, la distribución de las lesiones microscópicas y el aislamiento de *M. bovis* a partir de tejones sugiere que la enfermedad está establecida y que esta especie tiene el potencial para excretar la micobacteria por vía respiratoria. Estos hallazgos hacen pensar que el tejón es capaz de mantener la tuberculosis y que podría ser una especie reservorio o de mantenimiento de la enfermedad para el ganado doméstico y otras especies silvestres. El ganado bovino es muy susceptible por la vía aerógena y los reservorios silvestres

pueden ser un riesgo para el ganado si la excreción de la micobacteria por parte de esos reservorios es alta y persiste en el tiempo.

El futuro de la investigación de la tuberculosis en reservorios silvestres pasa por descubrir la importancia real del tejón en el mantenimiento de la tuberculosis en cada una de las explotaciones bovinas positivas a la prueba de la intradermorreacción o tuberculina. Partimos de la hipótesis de que la tuberculosis detectada en tejón puede constituir una dificultad añadida en la erradicación de la tuberculosis bovina en la región, por lo que su estudio en las explotaciones bovinas positivas a tuberculosis constituye el principal objetivo de un nuevo proyecto recientemente concedido en 2011.

También, se contempla la caracterización de los genes de resistencia a la enfermedad y la realización de encuestas epidemiológicas en ganaderías problemáticas para determinar los factores de riesgo que puedan estar influyendo en el mantenimiento de la tuberculosis. Además, se pretende cuantificar los riesgos de transmisión interespecies de la tuberculosis, visualizando las especies silvestres

mediante sistemas de foto trampeo localizados en esas ganaderías. Esto permitirá definir los patrones de comportamiento de estas especies e identificar cuáles de ellas representan un mayor riesgo para el ganado bovino.

Otras especies silvestres, como el jabalí, pueden contribuir a perpetuar la tuberculosis en el ganado doméstico. Conocer estos factores y su impacto ayudaría al diseño de estrategias de control que disminuyeran la transmisión de la infección y que mejoraran la sanidad animal.

Se espera, a partir de las investigaciones en marcha, generar más conocimiento de la enfermedad en el tejón y el jabalí, y la posible interacción e interferencia con la erradicación de la tuberculosis bovina. Los resultados ayudarán, por tanto, a mejorar la lucha contra la tuberculosis, lo que redundará en una mayor eficacia de las campañas de saneamiento. Además, se desvelará si el jabalí, al igual que está ocurriendo en otras comunidades autónomas, se está convirtiendo en otra especie silvestre a controlar para mejorar la eficiencia del programa de erradicación de la tuberculosis bovina.

### Referencias bibliográficas

- BALSEIRO, A., OLEAGA, A., ORUSA, R., ROBOTTO, S., ZOPPI, S., DONDO, A., GORIA, M., GORTÁZAR, C., GARCÍA MARÍN, J. F., DOMENIS, L. (2009). Tuberculosis in roe deer from Spain and Italy. *Veterinary Record*, 164: 235-270.
- BALSEIRO, A., RODRÍGUEZ, O., GONZÁLEZ-QUIRÓS, P., MEREDIZ, I., SEVILLA, I., DAVÉ, D., DALLEY, D., LESELLIER, S., CHAMBERS, M. A., BEZOS, J., MUÑOZ, M., DELAHAY, R. J., GORTÁZAR, C.,

- PRIETO, J. M. (2011). Infection of Eurasian badger (*Meles meles*) with *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium* complex in Spain. *The Veterinary Journal*. En prensa.
- BOADELLA, M., LYASHCHENKO, K., GREENWALD, R., ESFANDIARI, J., JAROSO, R., CARTA, T., GARRIDO, J. M., VICENTE, J., DE LA FUENTE, J., GORTÁZAR, C. (2011). Serologic tests for detecting antibodies against *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in Eurasian wild boar (*Sus scrofa scrofa*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. En prensa.
- COSIVI, O., GRANGE, J. M., DABORN, C. J., RAVIGLIONE, M. C., FUJIKURA, T., COUSINS, D., ROBINSON, R. A., HUCHZERMAYER, H. F. A. K., DE KANTOR, I., MESLIN, F. X. (1998). Zoonotic tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* in developing countries. *Emerging Infectious Diseases*, 4: 59-70.
- DELAHAY, R. J., DE LEEUW, A. S., BARLOW, A. W., CLIFTON-HADLEY, R. S., CHEESEMAN, C. L. (2002). The status of *Mycobacterium bovis* infection in UK wild mammals: a review. *The Veterinary Journal*, 164: 90-105.
- DIRECCIÓN GENERAL SALUD PÚBLICA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (2009). Sistema de información microbiológico de Asturias. *Mycobacterium tuberculosis complex*. Monográfico 1.
- GRANGE, J. M., YATES, M. D., BOUGHTON, E. (1990). A review. The avian tubercle bacillus and its relatives. *Journal of Applied Bacteriology*, 68: 411-431.
- MARM, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL y MARINO (2009). Informe final técnico-financiero. Programa Nacional de la tuberculosis bovina.
- MICHEL, A. L., MÜLLER, B., VAN HELDEN, P. D. (2010). *Mycobacterium bovis* at the animal-human interface: A problem, or not?. *Veterinary Microbiology*, 140: 371-381.
- RASVE, (2010). Programa Nacional de Tuberculosis Bovina 2010: <http://rasve.mapa.es/Publica/Programas/NORMATIVA%20Y%20PROGRAMAS/PROGRAMAS/2010/TUBERCULOSIS/PROGRAMA%20NACIONAL%20DE%20ERRADICACION%20DE%20TUBERCULOSIS%20BOVINA.%20A%20C3%91O%202010.PDF>
- THOEN, C., LOBUE, P., DE KANTOR, I. (2006). The importance of *Mycobacterium bovis* as a zoonosis. *Veterinary Microbiology*, 112: 339-345.
- VICENTE, J., HÖFLE, U., GARRIDO, J. M., FERNÁNDEZ-DE-MERA, I. G., JUSTE, R., BARRAL, M., GORTÁZAR, C. (2006). Wild boar and red deer display high prevalences of tuberculosis-like lesions in Spain. *Veterinary Research*, 37: 107-120. ■



→

Toma de muestra de exudado traqueal en tejón.



# Recomendaciones nutricionales para piensos destinados a la raza porcina autóctona de Asturias (Gochu Asturcelta)

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

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

## ¿Necesitan piensos especiales los ejemplares de Gochu Asturcelta?

Resulta lógico que las razas de cerdos blancos de producción intensiva, sometidas a intensos programas de mejora genética, no puedan recibir la misma alimentación que las razas rústicas. Esto fue comprobado sobre el cerdo Ibérico. Sus proporciones relativas de órganos y aparatos en el cuerpo son diferentes. La composición tisular también lo es (Conde-Aguilera *et al.*, 2010; Nieto y Aguilera, 2010). Por lo tanto, hubo que determinar experimentalmente sus necesidades nutritivas (Lachica y Aguilera, 2000; López Bote *et al.*, 2000; Nieto *et al.*, 2002; Barea *et al.*, 2007a).

En lo que concierne al Gochu Asturcelta, según análisis de ADN efectuados en el Área de Genética y Reproducción Animal del SERIDA (Royo *et al.*, 2008), está genéticamente más próximo a los cerdos blancos que al Ibérico. Sin embargo, lo anterior no nos permite concluir que las necesidades nutricionales del Gochu Asturcelta sean más parecidas a las de los cerdos blancos que a las del cerdo Ibérico.

El Gochu Asturcelta y el cerdo Ibérico tienen distintos antecesores salvajes



(Aparicio, 1944). Esto se refleja en la distancia genética antes mencionada. Pero, en las necesidades nutricionales, influye decisivamente la rusticidad. Esta es una característica que poseen en común el Gochu Asturcelta y el cerdo Ibérico (Buxadé, 1984).

Por tanto, en el proceso de recuperación de la raza porcina autóctona de Asturias, asumimos que sus necesidades nutricionales se asemejarían a las del cerdo Ibérico. En base a ellas se formularon

↑  
Hembra de Gochu Asturcelta en régimen semiextensivo



los piensos para los reproductores del núcleo fundacional del SERIDA de Villaviciosa. Los resultados obtenidos (valor medio  $\pm$  desviación típica) en el número de lechones nacidos vivos por parto ( $8,6 \pm 2,56$  ejemplares), peso vivo al nacimiento ( $1,56 \pm 0,372$  kg), peso al destete ( $14,8 \pm 5,20$  kg) y peso a seis meses de los animales de recría ( $99,2 \pm 13,45$  kg), confirman que dicha decisión fue acertada y contribuyó decisivamente a la multiplicación de efectivos. La duración de la gestación fue de  $114 \pm 1,8$  días y la de la lactación  $52 \pm 9,9$  días.

Elevado el número de ejemplares de la raza, se efectuaron diversas experiencias de engorde de cerdos con destino a matadero, controlando la evolución del peso vivo y la calidad final de la canal y de la carne. Los resultados obtenidos también sugieren seguir las recomendaciones para engorde de cerdo Ibérico. Las características fisicoquímicas de la carne de ambas razas son concordantes. El perfil lipídico de la grasa intramuscular, también (Vieira *et al.*, 2010).

Efectuamos a continuación una síntesis de dichas recomendaciones nutricionales, a fin de facilitar a las empresas fabricantes de piensos compuestos para animales la formulación de piensos con destino al Gochu Asturcelta.

Hay que señalar que la unidad de valoración energética que se emplea es la energía metabolizable porcino (EM), mientras que en el caso de los cerdos blancos se utiliza actualmente energía neta para cerdo en crecimiento (ENC) y energía neta para cerda adulta (ENa) (Noblet, 2005).

Los fabricantes de piensos compuestos que utilicen el sistema ENC / ENa, tienen que tener en cuenta que la clásica energía metabolizable porcino es equiparable a la energía metabolizable para cerdo en crecimiento.

Las necesidades nitrogenadas se expresan en proteína y aminoácidos verdaderamente digestibles a nivel del íleon. Otros principios nutritivos vienen en términos de contenido bruto y /o disponible.

Recomendamos la utilización de las Tablas FEDNA 2010, disponibles en Internet. (De Blas *et al.*, 2010). La información que ofrecen acerca de las materias primas para piensos se ajusta perfectamente a la requerida para cubrir las necesidades nutricionales del Gochu Asturcelta.

## Piensos para reproductores

La tabla 1 recoge el contenido de principios nutritivos de los piensos recomendados para un manejo de los reproductores en régimen semi-extensivo.

En primer lugar, hay que señalar que el pienso de gestación sirve también para las hembras vacías y los verracos. Ahora bien, aunque se opte por la modalidad *ad libitum* (suministro de concentrado sin limitaciones) para las hembras gestantes, no puede suministrarse, de ese modo, a las hembras vacías y a los verracos. Hay que racionárselo a 1-1,5 kg /animal / día.

Por otro lado, no se descarta la posibilidad de que en un futuro interese un pienso especialmente diseñado para los verracos donantes de semen. Actualmente, no disponemos de datos para diseñarlo. Lo que sí recomendamos es que no se utilice ningún pienso comercial para verracos de razas blancas.

## Pienso para recría de futuros reproductores

Sus características figuran en la tabla 2.

Este pienso se utiliza desde el destete hasta los seis meses de edad, en que se sustituye por el de reproductores adultos.

El destete de los lechones de Gochu Asturcelta en el SERIDA de Villaviciosa, se practica entre 1,5 y 2 meses. Algunos productores lo retrasan aún más.

Según Aguinaga *et al.* (2011), los lechones de cerdo Ibérico no aprovechan los nutrientes de la leche materna con tanta eficiencia como los de las razas blancas. Debido a ello, no se recomienda prolongar la lactación más de 28 días.



Es muy probable que en el caso del Gochu Asturcelta ocurra lo mismo. Ahora bien, según observaciones realizadas en el SERIDA de Villaviciosa, destetando a 1,5 meses, se puede prescindir del pienso de cría (también llamado de arranque

o estárter) dado que los lechones pueden habituarse a la ingestión de alimento sólido directamente con el pienso de recría. El precio del pienso de cría es elevado, por lo que prescindir de él, supone un ahorro no desdeñable.



**Tabla 1.-**Contenido en principios nutritivos de los piensos para reproductores en régimen semi-extensivo (valores en % sobre pienso, excepto especificaciones).

	Gestación		Lactación	
	<i>Al libitum</i> <sup>1</sup>	Restringido <sup>2</sup>	<i>Al libitum</i> <sup>3</sup>	Restringido <sup>4</sup>
Energía metabolizable (kcal/ kg)	2850	2920	3050	3100
Energía metabolizable (MJ/ kg)	11,9	12,2	12,8	13,0
Energía neta cerdo adulto (kcal/ kg)	1920	1960	2200	2260
Extracto etéreo	3,0	2,3	3-6	3-5
Fibra bruta, mínimo	6,3	6,5	4,9	5,1
Fibra bruta, máximo	10,0	11,0	6,0	7,0
Fibra neutro detergente, mínimo	18,0	18,5	15,0	16,0
Proteína bruta, mínimo	13,5	14,0	16,0	16,5
Proteína bruta, máximo	15,0	15,5	17,2	17,5
Lisina bruta	0,56	0,60	0,75	0,80
Lisina verdaderamente digestible	0,43	0,46	0,63	0,66
Metionina bruta	0,20	0,21	0,22	0,24
Metionina verdaderamente digestible	0,15	0,16	0,19	0,20
Metionina + cistina total	0,36	0,38	0,42	0,45
Metionina + cistina verdaderamente digestible	0,27	0,29	0,35	0,37
Treonina total	0,39	0,41	0,49	0,52
Treonina verdaderamente digestible	0,29	0,31	0,41	0,43
Triptófano total	0,11	0,12	0,12	0,14
Triptófano verdaderamente digestible	0,08	0,09	0,10	0,12
Isoleucina total	0,39	0,42	0,46	0,50
Isoleucina verdaderamente digestible	0,34	0,37	0,40	0,44
Calcio	0,85	1,00	0,92	1,00
Fósforo total <sup>5</sup>	0,57	0,60	0,62	0,65
Fósforo digestible, mínimo <sup>5</sup>	0,28	0,30	0,33	0,35
Magnesio (ppm)	380	390	360	370
Sodio, mínimo	0,17	0,18	0,18	0,20
Potasio, mínimo	0,26	0,27	0,26	0,28
Potasio, máximo	1,10	1,15	1,05	1,10
Ácido linoleico <sup>6</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10

(LÓPEZ BOTE *et al.*, 2000; DE BLAS *et al.*, 2006)

<sup>1</sup> Se considera un consumo mínimo de 2 kg de pienso/cerda/día.

<sup>2</sup> Consumo restringido a 1 - 1,5 kg de pienso/cerda/ día.

<sup>3</sup> Se considera que el consumo llegue a más de 4,5 kg de pienso/cerda/día.

<sup>4</sup> Consumo restringido a menos de 3 kg/cerda/día.

<sup>5</sup> En caso de incluir fitasas, reducir el fósforo total en -0,10 ud %, el fósforo digestible en -0,075 ud % y el calcio en -0,03 ud %.

<sup>6</sup> Elevar hasta 0,85% en caso de aparición de problemas relacionados con la piel.



→

**Tabla 2.-**Contenido en principios nutritivos de los piensos para cría y recría de reproductores en régimen semi-intensivo (valores en % sobre pienso, excepto especificaciones).

	Estárter <sup>1</sup>	Recría <sup>2</sup>
<b>Peso vivo (kg)</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>&lt; 80</b>
Energía metabolizable (kcal/ kg)	3190	2980
Energía metabolizable (MJ/ kg)	13,3	12,5
Energía neta cerdo en crecimiento(kcal/ kg)		2235
Fibra bruta, mínimo	3,10	6,0
Fibra bruta, máximo	5,00	
Fibra neutro detergente, mínimo	12,50	22,5
Proteína bruta, mínimo	19,00	15,5
Proteína bruta, máximo	20,00	15,5
Lisina bruta	1,40	0,83
Lisina verdaderamente digestible		0,72
Metionina bruta	0,42	0,25
Metionina verdaderamente digestible		0,22
Metionina + cistina total	0,81	0,50
Metionina + cistina verdaderamente digestible		0,44
Treonina total	1,03	0,55
Treonina verdaderamente digestible		0,48
Triptófano total	0,29	0,15
Triptófano verdaderamente digestible		0,13
Isoleucina total	0,95	0,56
Isoleucina verdaderamente digestible		0,49
Leucina total <sup>4</sup>	1,64	
Histidina total <sup>4</sup>	0,53	
Fenilalanina total <sup>4</sup>	0,97	
Tirosina + fenilalanina total <sup>4</sup>	1,61	
Valina total <sup>4</sup>	1,11	
Calcio <sup>5</sup>	0,75	0,85
Fósforo total <sup>5</sup>	0,60	0,60
Fósforo digestible, mínimo <sup>5</sup>	0,33	0,39
Magnesio (ppm)	390	
Sodio, mínimo	0,10	0,16
Sal	0,30	
Grasa añadida	1-3	
Ácido linoleico mínimo	0,10	
Ácido linoleico máximo	1,85	
Almidón	> 35	
Lactosa	> 2,5	

Suministro *ad libitum*

<sup>1</sup> Según DE BLAS *et al.* (2006). Con destete a 42 días, no se necesita para Gochu Asturcelta.

<sup>2</sup> Según LÓPEZ-BOTE *et al.* (2000).

<sup>3</sup> Estimaciones aplicando valores medios de digestibilidad aparente y digestibilidad verdadera ideal.

<sup>4</sup> Estimaciones en función de la relación que guarda cada aminoácido esencial con la lisina en la proteína ideal.

<sup>5</sup> En caso de incluir fitasas, reducir el fósforo total en -0,10 ud %, el fósforo digestible en -0,075 ud % y el calcio en -0,03 ud %.





No obstante, se desaconseja prolongar la lactación más de dos meses, debido a la reducción del número de partos por cerda y año.

### Piensos para crecimiento, cebo y acabado de Gochu Asturcelta

La duración de estas sucesivas fases y los pesos vivos al término de las mismas figura en la tabla 3.

El comportamiento del Gochu Asturcelta durante dichos periodos es también similar al del cerdo Ibérico. Este es un animal de perfil lipogénico, con muy baja capacidad de deposición de proteína. Tan sólo 70-80 g/día, a lo largo de toda la vida productiva del animal. Es decir, independientemente del peso vivo a que llegue en un momento dado. Por tanto, el incremento de peso contiene cada vez más grasa y menos proteína. Transcurrido el año de edad, la capacidad

de deposición de tejido magro es prácticamente nula. De ahí que, para evitar un excesivo engrasamiento de la canal, haya que restringir progresivamente la ingestión tanto de energía como de proteína, según se especifica en la tabla 3. Ello supone que la alimentación sólo pueda ser *ad libitum* durante la fase de crecimiento y que el contenido en proteína bruta del pienso de acabado sea muy bajo.

Los niveles de 85%, 80% y 70% *ad libitum* se corresponden aproximadamente en el Gochu Asturcelta con 2,0; 2,0 y 2,5 kg de pienso/animal/día, respectivamente. A partir de la tabla 3 y de las recomendaciones concretas para energía metabolizable, proteína y lisina (Barea *et al.* 2007b; Nieto *et al.*, 2009) se construyó la tabla 4, que permite formular los piensos de crecimiento, cebo y acabado para el Gochu Asturcelta. Los contenidos en vitaminas y oligoelementos figuran en la tabla 5, conjuntamente con los de los piensos para reproductores.

↓  
**Tabla 3.**-Recomendaciones sobre el manejo nutricional del Gochu Asturcelta, tomadas de las establecidas para el cerdo Ibérico en la Estación Experimental del Zaidín. (Cortesía del Dr. J. F. Aguilera).

Estado	Peso vivo inicial, Kg	Edad <sup>1</sup>	Incremento de peso, g/día	Peso vivo final, Kg	Dieta recomendada <sup>2</sup>	Nivel de alimentación
Nacimiento	1,5	0 días				
Destete	1,5	35 días	170	7,75	Dieta de iniciación "creep feed" normalmente usada para lechones de raza blanca (195 g PB y 14,0 g Lys total/Kg) <sup>3</sup>	<i>ad libitum</i>
Crecimiento	7,75	2,8 meses	410	25,0	Contiene: 175 g PB ideal/kg MS ~ 9,22 g Pdig ideal/MJ EM ~ 0,88 g Lys total/MJ EM	<i>ad libitum</i>
Crecimiento-cebo	25,0	4,8 meses	550	60,0	Contiene: 130 g PB ideal/kg MS ~ 6,86 g Pdig ideal/MJ EM ~ 0,59 g Lys total/MJ EM	85% <i>ad libitum</i>
Cebo	60,0	6,9 meses	650	100	Contiene: 95 g PB ideal/kg MS ~ 5,17 g Pdig ideal/MJ EM ~ 0,46 g Lys total/MJ EM	80% <i>ad libitum</i>
Acabado a pienso <sup>4</sup>	100	9,8 meses	680	160	Contiene: 95 g PB ideal/kg MS ~ 5,17 g Pdig ideal/MJ EM ~ 0,46 g Lys total/MJ EM	70% <i>ad libitum</i>
Acabado en extensivo	100	Aprox. 10 meses	600-900	160	Pasto y frutos del bosque <sup>5</sup>	<i>ad libitum</i>

<sup>1</sup> Al término de la fase productiva.

<sup>2</sup> PB= Proteína bruta; MS = Materia seca; Pdig = Proteína digestible aparente; Lys = Lisina; EM = Energía metabolizable (Para transformar en energía digestible (ED) utilizar la ecuación ED = EM/0,977).

<sup>3</sup> Tras el destete continuar con la dieta de iniciación durante una semana, sustituyendo progresivamente esta dieta por la de crecimiento en la siguiente para facilitar la adaptación.

<sup>4</sup> Alojamiento en cercas.

<sup>5</sup> Dependiendo de la disponibilidad de alimento, en función de la época del año, puede ser necesaria una complementación con pienso.



→

**Tabla 4.**-Contenido en principios nutritivos de los sucesivos piensos post-destete para engorde de cerdo Ibérico (valores en % sobre alimento con el 90% de materia seca, excepto especificaciones).

	Crecimiento <sup>12</sup>	Crecimiento - cebo <sup>2</sup>	Cebo y acabado <sup>2</sup>
<b>Peso vivo (kg)</b>	<b>≤ 25</b>	<b>25 - 60</b>	<b>60-100 / 100-160<sup>3</sup></b>
Energía metabolizable (Kcal/kg)	3239	3239	3035
Energía metabolizable (MJ/kg)	13,55	13,55	12,7
Proteína bruta ideal	15,8	11,7	8,6
Proteína bruta digestible aparente	12,5	9,3	6,6
Lisina total	1,19	0,82	0,59
Metionina total <sup>4</sup>	0,36	0,24	0,18
Metionina + cistina total <sup>4</sup>	0,69	0,47	0,34
Treonina total <sup>4</sup>	0,88	0,60	0,43
Triptófano total <sup>4</sup>	0,25	0,17	0,12
Isoleucina total <sup>4</sup>	0,81	0,56	0,40
Leucina total <sup>4</sup>	1,40	0,96	0,69
Histidina total <sup>4</sup>	0,45	0,31	0,22
Fenilalanina total <sup>4</sup>	0,82	0,57	0,41
Tirosina + fenilalanina total <sup>4</sup>	1,37	0,94	0,68
Valina total <sup>4</sup>	0,95	0,65	0,47
Grasa añadida	2-5	2-5	> 5
Ácido linoleico mínimo	0,10	0,10	0,10
Ácido linoleico máximo	1,35	1,25	1,25
Fibra bruta mínimo	3,50	3,50	3,50
Fibra bruta máximo	5,50	5,50	5,50
Fibra neutro detergente	13,50	14,00	14,00
Almidón	> 35	> 32	> 35
Calcio <sup>5</sup>	0,70	0,70	0,60
Fósforo total <sup>5</sup>	0,55	0,48	0,48
Fósforo disponible <sup>5</sup>	0,30	0,24	0,24
Magnesio (ppm)	380	370	370
Sodio,mínimo	0,10	0,10	0,10
Sal	0,40	0,40	0,40

<sup>1</sup> Antes del pienso de crecimiento, diversos autores recomiendan utilizar pienso estándar (Tabla V-2).

<sup>2</sup> Según Barea *et al.* (2007b).

<sup>3</sup> Fin del acabado a los 10 meses de edad (Tabla V-3).

<sup>4</sup> Estimaciones en función de la relación que guarda cada aminoácido esencial con la lisina en la proteína ideal.

<sup>5</sup> En caso de incluir fitasas, reducir en 0,10 ud % el fósforo total, en 0,08 el fósforo disponible y en 0,03 el calcio.

Crecimiento (destete-3 meses): *ad libitum*.

Crecimiento-cebo (3-5 meses): 85% *ad libitum*, estimable en 2,5 kg pienso/día.

Cebo (5-7 meses): 80% *ad libitum*; dada la mayor capacidad de ingestión, sigue siendo estimable en 2,5 kg pienso/día.

Acabado (7-10 meses): 70% *ad libitum*, estimable en 2 kg/día.

Otro requisito para evitar el excesivo engrasamiento es balancear bien los contenidos en aminoácidos esenciales. A medida que se reduce el contenido en proteína bruta del pienso, cada vez es más difícil conseguirlo. En el caso del pienso de acabado, cabría usar solamente cereales, pero, dado el contenido limitante en lisina de los mismos, es inevitable acudir a los aminoácidos sintéticos.

El cerdo acabado a 10 meses con 160 kg de peso vivo es apropiado para chacinería. Para carne en fresco, podría resultar más apropiado un animal de menos edad y peso: 8 meses y 120 kg, por lo que hay que reducir la duración de la fase de acabado a un mes.

El Gochu Asturcelta se sacrificaba tradicionalmente a mucha más edad y peso. Incluso con año y medio y por encima de 200 kg. De acuerdo con las experiencias realizadas en el SERIDA, se desaconseja esa práctica por los siguientes motivos:

- A más edad y mayor peso, más engrasamiento de la canal, conforme a lo antes expuesto
- La proporción de ácidos grasos insaturados en la grasa intramuscular se reduce, perdiéndose así salubridad y cualidades organolépticas.
- El incremento de las necesidades energéticas de mantenimiento hace que disminuya sensiblemente la res-

↓  
**Tabla 5.-**Contenido en vitaminas y oligoelementos en piensos para explotación semi-extensiva.

	Cerdos para engorde según peso vivo			Verracos y cerdas reproductoras
	10-25 kg	25-100 kg	> 100 kg	
Vitamina A (miles de UI)	8,5	6,0	4,5	9,5
Vitamina D <sub>3</sub> (miles de UI)	1,5	1,0	0,8	1,4
Vitamina E (ppm) <sup>1</sup>	30	12	10	40
Vitamina K <sub>3</sub> (ppm)	1,1	0,4	0,2	1,1
Tiamina (ppm)	0,8	0,4	0,15	1,1
Riboflavina (ppm)	4,0	3,5	2,5	4,0
Piridoxina (ppm)	1,7	0,7	0,15	2,0
Cobalamina (ppb)	21	16	14	22
Ácido fólico (ppm)	0,1	-	-	1,5
Niacina (ppm)	22	16	11	20
Ácido pantoténico (ppm)	10	8	5	12
Biotina (ppb)	120	10	2	120
Colina (ppm)	200	70	40	220
Hierro (ppm)	60	50	30	60
Cobre (ppm)	10	8	7	10
Zinc (ppm)	100	95	70	100
Manganeso (ppm)	25	20	15	30
Cobalto (ppm)	0,1	0,1	0,05	0,1
Selenio (ppm)	0,25	0,25	0,3	0,3
Yodo (ppm)	0,4	0,3	0,2	0,7

<sup>1</sup> Si se busca buena calidad y estabilidad de la grasa intramuscular, a los cerdos en acabado se recomienda elevar hasta 200 ppm al menos durante los 28 días previos al sacrificio. (LÓPEZ BOTE *et al.*, 2000; DE BLAS *et al.*, 2006).

puesta marginal por kg de pienso ingerido. Un cerdo de 200 kg tiene unas necesidades de energía metabolizable para mantenimiento de  $0,396 \times 200^{0,75} = 21,1$  MJ / día. Ello implica que, según la tabla 4, se requieran  $22,1 / 12,7 = 1,7$  kg /día de pienso de acabado solamente para mantenerse vivo el animal.

### **Crecimiento, cebo y acabado de Gochu Asturcelta en régimen extensivo**

El régimen extensivo para el Gochu Asturcelta consiste en el aprovechamiento de los pastos arbóreos de Asturias: estrato herbáceo en primavera, verano y otoño, y avellanas, castañas, bellotas y hayucos en otoño e invierno.

Dichos frutos del bosque contienen un perfil lipídico peculiar, que hace que la

grasa del cerdo presente una mayor proporción de ácidos grasos insaturados, que no sólo la hace más saludable, si no que le confiere unas características sensoriales muy peculiares. Los fiambres finalmente obtenidos tienen un aroma y sabor mucho más agradable que los que se consiguen a base de pienso. La hierba del estrato herbáceo posee grasa en pequeña proporción, pero también es rica en ácidos grasos insaturados. Ahora bien, su papel principal es compensar en el otoño el escaso contenido proteico de los frutos del bosque.

Conforme a la tabla 3, para producción extensiva lo ideal sería que los cerdos llegasen al otoño con 7-8 meses de edad. La época apropiada de nacimiento sería el invierno ya que, destetados en primavera, aprovecharían la hierba con apoyo de pienso (sucesivamente de crecimiento y cebo) y su acabado tendría lugar con hierba de otoño y frutos del bosque.



Castañado en otoño.





Para los nacidos en otras épocas habría que diseñar otras estrategias, en las que trabaja actualmente el SERIDA.

### **Combinación de los sistemas semiextensivo y extensivo para explotación de Gochu Asturcelta**

La elevada prolificidad y capacidad de producción de leche de las reproductoras de Gochu Asturcelta sugiere mantenerlas en régimen semi-extensivo. Si bien, las hembras vacías y las gestantes deberían estar al aire libre, en grupo y con

refugios, y en la época de parto y durante la lactación, en boxes individuales en el interior de edificios. La alimentación se basará en la información recogida en la tabla 1.

Las hembras vacías y durante los dos primeros tercios de la gestación, si hubiese suficiente superficie de estrato herbáceo, podrían mantenerse exclusivamente en base al mismo. Los verracos, es mejor tenerlos individualizados, en régimen semi-extensivo, con racionamiento de pienso de gestación.

Para los animales destetados con destino a matadero, el régimen semi-extensivo



o extensivo será más o menos oportuno según la época de nacimiento y la disponibilidad de recursos naturales, tanto en superficie por cabeza como por época de maduración de los frutos del bosque. En pastos arbóreos de alta montaña la maduración es más tardía y el riesgo de nevadas puede hacer aconsejable esperar a la primavera para aprovechar bellotas y hayucos enterrados en la nieve, una vez fundida ésta.

Finalmente, conviene resaltar que manejando los animales en régimen semi-extensivo, es suficiente seguir las recomendaciones disponibles para el cerdo ibérico. Ahora bien, es necesario determinar los efectos que tengan determinadas materias primas así como la edad y el peso al sacrificio, sobre la calidad de la canal y el perfil lipídico de la grasa de la carne, así como estudiar el aprovechamiento de los pastos arbóreos cuando los animales se manejan en régimen extensivo.

## Referencias bibliográficas

- AGUINAGA, M. A., GÓMEZ-CARBALLAR, F., NIETO, R., AGUILERA, J. F. (2011). Production and composition of Iberian sow's milk and use of milk nutrients by the suckling Iberian piglet. *Animal*, 5 (9), 1390-1397.
- APARICIO, G. (1944). Capítulo XI. Razas porcinas. En: *Zootecnia especial. Etnología compendiada*. 3ª edición. pp. 409-468. Ed. Imprenta Moderna, Córdoba (España).
- BAREA, R.; NIETO, R.; AGUILERA, J. F. (2007a). Effects of the dietary protein content and the feeding level on protein and energy metabolism in Iberian pigs growing from 50 to 100 kg body weight. *Animal*, 1, 357-365.
- BAREA, R.; GARCÍA-VALVERDE, R.; NIETO, R.; AGUILERA, J. F. (2007b). Recomendaciones de proteína, aminoácidos y energía para el cerdo ibérico en crecimiento-cebo. *Avances en Tecnología porcina*, 4 (6), 26 - 38.
- BUXADÉ, C. (1984). Capítulo III. Las razas porcinas autóctonas españolas. En: *Ganado porcino*. pp. 67-88. Ed. Mundi Prensa, Madrid (España). ISBN: 84-7114-147-7.
- DE BLAS, C.; GASA, J.; GONZÁLEZ MATEOS, G., 2006. Necesidades nutricionales para ganado porcino. Normas FEDNA. Ed. FEDNA. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. 55 pp. Madrid (España).
- DE BLAS, C.; GONZÁLEZ MATEOS, G.; GARCÍA REBOLLAR, P. (2010). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (3ª edición). Ed. FEDNA. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. 502 pp. Madrid (España). <http://www1.etsia.upm.es/fedna/tablas.htm>
- LÓPEZ BOTE, C.; FRUCTUOSO, G.; GONZÁLEZ MATEOS, G. (2000). Sistemas de producción porcina y calidad de la carne. El cerdo Ibérico. En: *XVI Curso de Especialización FEDNA*, Barcelona. Ed. FEDNA. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. (España).
- NIETO R.; MIRANDA, A.; GARCÍA, M. A.; AGUILERA, J. F. (2002). The effect of dietary protein content and feeding level on the rate of protein deposition and energy utilization in growing Iberian pigs from 15 to 50 kg body weight. *British Journal of Nutrition*, 88, 39-49.
- NIETO, R.; BAREA, R.; GARCÍA-VALVERDE, R. ; J. F. AGUILERA, J. F. (2009). Nutrición proteica del cerdo Ibérico: recomendaciones de lisina para la cría y acabado en intensivo. *Aeceriber*, 11-19.
- NIETO, R.; AGUILERA, J. F. (2010). Protein and energy metabolism and nutrition of the pure Iberian pig: an overview. *Abstract book. 7 th International Symposium on Mediterranean Pig*. Córdoba, 14-16 de octubre de 2010. p.41. Ed. Faculty of Agricultural and Forestry Engineering, University of Cordoba. Córdoba (España).
- NOBLET, J. (2005). Recent advances in energy evaluation of feeds for pigs. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. pp. 1-26. Eds. P.C. Garnsworthy and Wiseman by Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom.
- ROYO, L. J.; ÁLVAREZ, I.; FERNÁNDEZ, I.; PÉREZ-PARDAL, L.; ÁLVAREZ-SEVILLA, A.; SANTOS E SILVA, J.; GODINHO, R.; FERRAND, N.; GOYACHE, F. (2008). Genetic Characterisation of Celtic-Iberian pig breeds using microsatellites. In: *Abstract book. 6 th International Symposium on Mediterranean Pig*. Capo d'Orlando-Messina (Italia), 11-13 de octubre de 2007. pp. 31-34. L. Nanni Costa, P. Zamborelli, V. Russo (Eds.). Italian National Library, Florence (Italia).
- VIEIRA, C.; MARTÍNEZ, B.; RUBIO, B.; FERNÁNDEZ, A. M.; SÁNCHEZ, C. I.; RUBIO, B.; MENÉNDEZ, J. (2010). Gochu Asturcelta semiextensive production: carcass and meat quality and fatty acid profile. In: *Abstract book. 7 th International Symposium on Mediterranean Pig*. Córdoba, 14-16 de octubre de 2010. p.116. Ed. Faculty of Agricultural and Forestry Engineering, University of Cordoba. Córdoba (España). ■



# Selección de levaduras para la elaboración de sidras naturales espumosas por el método tradicional o “Champenoise” (y II)

ROSA PANDO BEDRIANA. Área de Tecnología de los Alimentos. rpando@serida.org



Las sidras espumosas, elaboradas siguiendo el método tradicional o “Champenoise”, se caracterizan por poseer anhídrido carbónico de origen endógeno y porque tanto la segunda fermentación como la crianza sobre lías, se realizan en la misma botella que llega al consumidor.

Las condiciones en las que se desarrolla esta segunda fermentación afec-

tan tanto a las características que deben reunir las levaduras, como a su repercusión sobre los atributos sensoriales de las sidras. En la primera parte de este trabajo (Tecnología Agroalimentaria, 9) se describieron los criterios utilizados para la preselección de cepas con carácter floculante. En esta segunda parte se aborda la selección definitiva de las levaduras.



En las sidras espumosas, atributos como la efervescencia y la persistencia de la espuma condicionan su calidad. Entre otros, se valorarán positivamente: el tamaño pequeño de las burbujas, su desprendimiento continuo, la aparición de rosarios de burbujas y la presencia persistente de una corona de burbujas, tanto en la superficie de la copa como adherida a ella. Estas cualidades no son solo visuales sino que inciden en las sensaciones que son captadas por el paladar, al ser el anhídrido carbónico un estimulante de los sentidos, que potencia la sensación aromática.

Los compuestos que parecen jugar un papel decisivo sobre estas características son los aminoácidos, las proteínas y los polisacáridos. Todos ellos son liberados al medio durante la muerte y la autodegradación de las levaduras (autólisis) que se produce durante la etapa de crianza. Por este motivo, en la selección de levaduras para la segunda fermentación en botella, se han tenido en cuenta criterios para evaluar la autólisis de las levaduras y su relación con las propiedades espumantes.

Se parte de 25 cepas (*S.cerevisiae*) preseleccionadas por su capacidad floculante. En cada una de ellas se analizaron las siguientes características fisiológicas y tecnológicas: tolerancia al anhídrido sulfuroso, carácter *Killer*, poder fermentativo a bajas temperaturas, actividad enzimática  $\beta$ -glucosidasa, capacidad autolítica y propiedades espumantes de los autolisados, y composición química de las sidras experimentales elaboradas.

La tolerancia al anhídrido sulfuroso, aditivo alimentario antioxidante y antimicrobiano, se evaluó en caldo YPD.



→  
**Fotografía 1.-**  
Determinación de actividad  $\beta$ -glucosidasa en levaduras revelada por la pigmentación marrón del medio.

La producción de la toxina *Killer*, se realizó mediante siembra en medio MBM en presencia tanto de levaduras que producen la toxina *Killer* como de levaduras sensibles a la misma.

La capacidad de las levaduras para fermentar a bajas temperaturas se determinó mediante microfermentaciones a 12 °C, empleando como caldo de cultivo una sidra modelo con un contenido de etanol de 8% (v/v) y 25 g/L de sacarosa. Esta capacidad es una propiedad tecnológica de interés que contribuye a la finura y persistencia de las burbujas.

El análisis de estas características no permitió discriminar entre las cepas estudiadas, ya que todas:

- Mantuvieron su viabilidad a la máxima concentración de anhídrido sulfuroso permitido en sidra (200 mg/L).
- Mostraron un carácter *Killer* Neutro, al ser capaces de crecer en presencia de los dos tipos de levaduras (productoras de la toxina y sensibles a ésta).
- Metabolizaron toda la sacarosa obteniendo rendimientos alcohólicos superiores al 1,4% (v/v) en un periodo máximo de 47 días.

La evaluación de la actividad  $\beta$ -glucosidasa, que produce la liberación de aromas, se realizó mediante el análisis de la escisión de la arbutina (Fotografía 1). Esta actividad, no muy frecuente en el género *Saccharomyces*, se detectó en dos cepas (Referencia: 3' y 19').

El análisis de la autodegradación de las levaduras se realizó induciendo su lisis mediante agitación y a 28 °C, en un medio sintético con una composición similar a la sidra. En los ensayos se introdujeron como referencia dos levaduras, una comercial de origen vínico Levuline CHP (*S. cerevisiae*) y otra sidrera C6 (*S. bayanus*) perteneciente a la Colección de Cultivos Tipo del SERIDA. Se eligieron como indicadores de la capacidad de autólisis los aminoácidos (test de la ninhidrina) y proteínas (test de Bradford) liberados al medio.



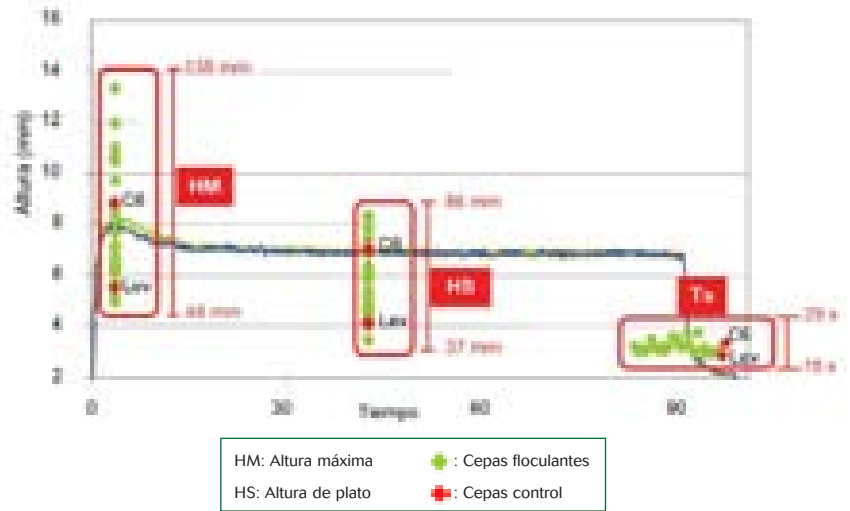
La evaluación de las propiedades espumantes en los autolisados de las levaduras se realizó con un equipo MOSALUX (Fotografía 2), usando una probeta de vidrio (42x2,2 cm) y las siguientes condiciones de ensayo: volumen de muestra, 25 mL; temperatura, 20 °C; flujo de CO<sub>2</sub>, 200 mL/min y tiempo de medida, 900 s. Se cuantificaron los siguientes parámetros:

- La altura máxima (HM), espumabilidad o capacidad para producir espuma, que se asocia con la altura máxima a la que llega la espuma al servir la copa.
- La altura de plato (HS) o persistencia de la espuma, relacionada con la persistencia de la corona y/o estabilidad de la espuma y con la vida media de la burbuja mediante el coeficiente de Bickerman.
- El tiempo de permanencia de la espuma (Ts) que representa el tiempo medio de vida de las burbujas en la superficie del líquido.

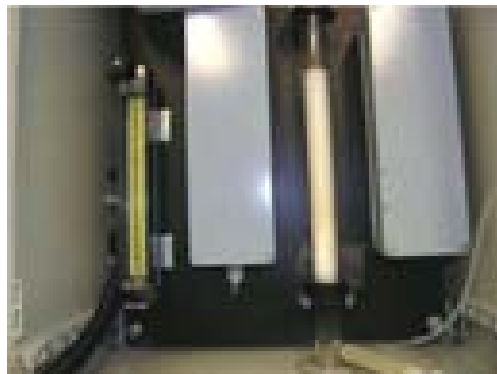
Para las cepas ensayadas se observó una mayor variación en la capacidad para formar espuma (HM) que en la permanencia de la misma (HS) y una proporcionalidad entre ambas alturas. La levadura vínica Levuline mostró menor espumabilidad, menor estabilidad de la espuma y menor vida media de burbuja, que la mayoría de las cepas sidreras (Gráfico 1).

Respecto a los compuestos nitrogenados elegidos como indicadores de autólisis se encontró que existía una mayor relación entre las alturas máxima (HM) y de plato (HS) con la concentración de proteínas liberadas al medio que con la concentración de aminoácidos. En función de estos resultados, fueron eliminadas las cepas (Referencias: 32' y 40') que liberaron menores concentraciones de proteínas que la levadura de referencia Levuline (Gráfico 2).

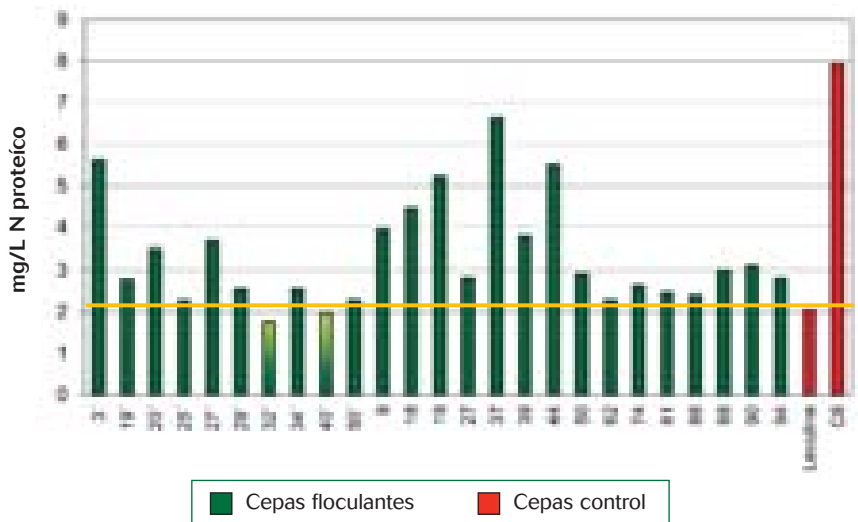
Finalmente, se evaluaron las características químicas de las sidras elaboradas con las cepas floculantes. Se realizaron fermentaciones a escala de laboratorio utilizando mosto de manzana esterilizado mediante filtración e inoculando las cepas a una concentración celular de 10<sup>6</sup> ufc/ml. En todos los ensayos los azúcares residuales fueron inferiores a 5 g/L.



↑  
**Gráfico 1.-**Propiedades espumantes de los autolisados de las 25 cepas *S. cerevisiae* floculantes y de las cepas de referencia Levuline (Lev) y C6.  
 ↙  
**Fotografía 2.-**Detalle del interior del equipo MOSALUX empleado en las medidas de las propiedades espumantes.  
 ↓



↓  
**Gráfico 2.-**Concentración de proteínas liberadas al medio de las 25 cepas *S. cerevisiae* floculantes y de las cepas de referencia Levuline y C6.



Cepas	Producción Ác. sulfhídrico	Actividad -glucosidasa	Etanol (%v/v)	Ácido acético (g/L)	Succínico (g/L)	Glicerol (g/L)	Acetaldehído (mg/L)	Acetato de etilo (mg/L)	Metanol (mg/L)	Propanol (mg/L)	Isobutanol (mg/L)	Alcoholes amilicos (mg/L)	2-feniletanol (mg/L)
3'	no	+	6,2	0,15	0,6	4,2	19	16	28	17	48	154	37
19'	media	+	6,3	0,26	0,3	4,3	21	17	33	32	83	125	21
20'	media	-	6,2	0,24	0,4	3,6	42	12	29	25	81	158	21
29'	media	-	6,3	n.d.	0,8	5,1	33	13	31	18	79	162	32
50'	media	-	6,3	0,15	0,5	4,2	36	18	38	24	68	124	18
39	no	-	6,2	0,36	0,4	4,6	19	7	45	24	99	173	19
50	no	-	5,9	0,26	0,8	4,3	26	5	54	22	65	190	24
86	baja	-	6,2	0,32	0,5	3,5	14	18	47	24	71	173	14
90	media	-	6,3	0,24	0,6	3,9	45	15	29	20	91	155	19
94	no	-	6,2	0,32	0,4	4,3	26	12	28	30	112	151	18

n.d. no detectado



**Tabla 1.**-Características de las 10 cepas *S. cerevisiae* floculantes seleccionadas.



**Gráfico 3.**-Concentración de alcoholes superiores de las sidras obtenidas.

se eligieron estos compuestos como discriminantes para la selección. Se eliminaron las cepas productoras de concentraciones de ácido acético mayores de 0,4 g/L (Referencia: 18, 37 y 88) y las cepas que formaron alcoholes superiores en concentraciones superiores a 300 mg/L (Gráfico 3). En virtud de todas estas evaluaciones, se seleccionaron diez cepas de levaduras con aptitudes tecnológicas para la elaboración de sidras espumosas de segunda fermentación en botella (Tabla 1).

### Conclusión

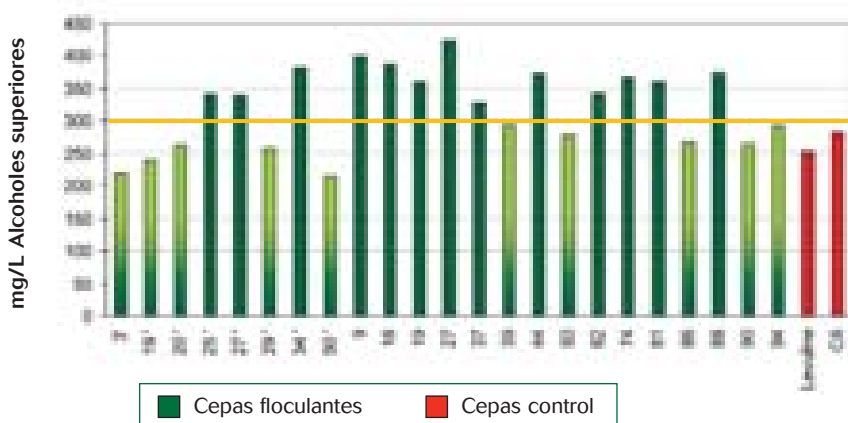
La selección de cepas *Saccharomyces* para la elaboración de sidras por el método Champenoise, siguiendo criterios discriminantes, condujo a la elección de 10 cepas floculantes *S. cerevisiae*. Este tipo de cepas, que se encuentran a disposición del sector sidrero, suponen una mejora tecnológica en el proceso de elaboración por su carácter aglomerante y floculante que facilitan el removido y la eliminación de las lías.

### Nota

Este trabajo forma parte de la tesis doctoral titulada "Selección y caracterización de levaduras autóctonas de sidra" defendida en la Universidad de Oviedo en abril de 2010.

### Más información

PANDO, R. (2011). Selección de levaduras para la elaboración de sidras naturales espumosas por el método tradicional o "Champenoise" (I). *Tecnología Agroalimentaria* N° 9. Págs. 31-36. ■





# La naturaleza química del aroma de la sidra

MARÍA JOSÉ ANTÓN DÍAZ. Área de Tecnología de los Alimentos. [mjanton@serida.org](mailto:mjanton@serida.org)

BELÉN SUÁREZ VALLES. Jefa del Área de Tecnología de los Alimentos. [mbsuarez@serida.org](mailto:mbsuarez@serida.org)

ANNA PICINELLI LOBO. Área de Tecnología de los Alimentos. [apicinelli@serida.org](mailto:apicinelli@serida.org)

El aroma es uno de los atributos más importantes de una bebida y un aspecto clave en la definición de su calidad sensorial. Su análisis cuantitativo constituye una fuente de información imprescindible para predecir las características organolépticas del producto.

La sidra es la bebida emblemática de Asturias y, también, un atractivo campo de investigación. Profundizar en el estudio de su aroma incluye dos aspectos complementarios: la determinación cuan-

titativa de su composición volátil y la influencia de ésta en su percepción sensorial.

A lo largo del siglo XXI, el sector sidrero ha experimentado un gran desarrollo innovador y las bodegas han mejorado tanto sus instalaciones como las técnicas de elaboración. Fruto de este compromiso entre calidad e innovación ha surgido, entre otros productos, la sidra natural de *nueva expresión*. Se trata de una sidra natural que no necesita escanciado y en



Sidras naturales de *nueva expresión* analizadas (cosecha 2008).



cuya elaboración se incluye una etapa de clarificación/filtración que le proporciona un aspecto transparente y brillante.

En este trabajo se abordó el análisis cualitativo y cuantitativo de la fracción volátil en las sidras de *nueva expresión* comercializadas en Asturias. Se utilizaron dos técnicas de cromatografía de gases con detector de ionización de llama (CG/FID) para la determinación de los volátiles mayoritarios y minoritarios. Los primeros se analizaron por inyección directa de la muestra, mientras que para el análisis de los minoritarios fue necesario un tratamiento previo de la muestra realizando una extracción líquido-líquido con pentano/diclorometano (2/1). En ambos casos, la cuantificación se realizó mediante calibración externa. Adicional-

mente, se utilizó un detector de espectrometría de masas para el análisis cualitativo de cada una de las sidras analizadas.

Se estudiaron nueve sidras asturianas de *nueva expresión* de la cosecha 2008, cuyas características enológicas se resumen en la tabla 1. Las muestras fueron evaluadas por un grupo de personas entrenado para el análisis descriptivo utilizando 12 atributos (olor: frutal, floral, dulzón, lácteo, vinagre, borras y especiado; boca: dulzor, acidez, amargor, astringencia y persistencia de post-gusto). Respecto a la valoración global de olor, sabor y post-gusto, hay que señalar que las sidras fueron calificadas entre correctas y muy buenas. En promedio, fueron descritas como de acidez moderada y sensación débil en amargor y astringencia.

	Media	DS	Máximo	Mínimo
Masa volúmica (g/L)	0,99864	0,00085	1,00018	0,99771
pH	3,73	0,10	3,85	3,53
Acidez Volátil (g acético/L)	1,00	0,63	1,83	0,26
Acidez total (g sulfúrico/L)	3,49	0,57	4,28	2,59
Grado alcohólico (% vol)	6,33	0,48	7,24	5,60
Anhídrido Sulfitoso total (mg/L)	20	19	60	<10
Extracto seco total (g/L)	24,3	1,6	27,0	21,8
Presión (bar, 20° C)	1,37	0,63	2,92	0,97
Índice de Polifenoles Totales (IPT)	19,8	5,2	28,5	14,0

DS: desviación estándar



Tabla 1.-Características enológicas de las sidras analizadas.

## Composición aromática de la sidra de *nueva expresión*

En la tabla 2 se recogen los componentes volátiles identificados en las sidras analizadas mediante cromatografía de gases con detector de espectrometría de masas (CG/MS). Las asignaciones fueron confirmadas por inyección de los patrones disponibles.

Las familias químicas más abundantes son los alcoholes y los ésteres de etilo, seguidos por los ácidos y los fenoles volátiles. Estos resultados son similares a los detectados en sidras inglesas.

## Volátiles mayoritarios

Se analizan en este grupo 12 compuestos: acetaldehído, acetato de etilo, metanol, 2-butanol, 1-propanol, isobutanol, alcohol alílico, 1-butanol, alcoholes amílicos, acetoína, lactato de etilo y 2-feniletanol. En el gráfico 1 se representan los valores promedios de los volátiles mayoritarios más destacados en las sidras analizadas.

Como se observa en el gráfico, el perfil aromático de esta fracción está constituido fundamentalmente por alcoholes, entre los que destacan por su concentra-

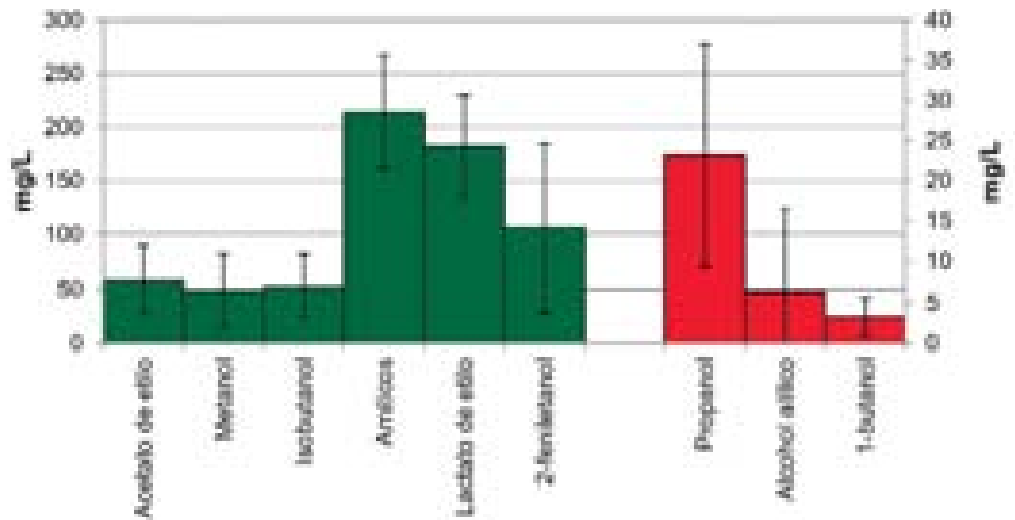
ALCOHOLES	ÁCIDOS	ÉSTERES DE ETILO
Metanol	Acético	2-metilbutirato
2-butanol	Propanoico	3-metilbutirato
1-propanol	Butírico	Hexanoato
Isobutanol	Isobutírico	Lactato
Alílico	2-metilbutírico	Octanoato
1-butanol	Pentanoico (valérico)	3-hidroxibutirato
Amílicos	Hexanoico (caproico)	Decanoato
3-metil-3-butenol	Octanoico (caprónico)	Benzoato*
1-pentanol	Decanoico (cáprico)	Succinato (de dietilo)
2-butenol*	Benzoico	4-hidroxibutirato*
3-metil-2-butenol	Dodecanoico (laúrico)	Malato (de dietilo)*
3-metil-1-pentanol	Tetradecanoico (mirístico)	Hidroxibutirato (de dietilo)*
1-hexanol	Hexadecanoico (palmítico)	Tetradecanoato*
4-metil-1-pentanol*	Octadecanoico (esteárico)	Cinamato*
<i>trans</i> -3-hexenol		Hexadecanoato
<i>cis</i> -3-hexenol		2-hidroxi-3-fenilpropanoato*
2-octanol		Hidrogenosuccinato*
2-metil-6-heptenol		3-(4-hidroxi-3-metilfenil)propanoato*
( <i>R,R-S,S</i> )-2,3-butanodiol		
1-octanol	<b>FENOLES VOLÁTILES</b>	
2,3-butanodiol (forma meso)	Guayacol	
1,2-propanodiol	4-etilguayacol	
5-octenol*	2-metoxibencenoetanol*	<b>ÉSTERES DE ACETATO</b>
1,3-propanodiol	2-etilfenol	
Bencílico	Eugenol	Etilo
2-feniletanol	2-metoxi-3-(2-propenil)fenol*	Isobutilo
	2,4-dimetilfenol*	Butilo
	4-etilfenol	Isoamilo
	4-alilfenol (chavicol)*	Amilo
	5-vinilfenol	Hexilo
	4-metoxibencenopropanol*	2-feniletilo
	4-etilcatecol	
	Tirosol	
<b>COMPUESTOS CARBONÍLICOS Y LACTONAS</b>		<b>OTROS ÉSTERES</b>
Acetaldehído		2-hidroxibenzoato de metilo*
Benzaldehído	<b>OTRAS FAMILIAS</b>	Octanoato de 2-feniletilo*
Acetoína		
3-metoxibenzaldehído	3-etoxi-1-propanol	
$\gamma$ -butirolactona	Óxido de <i>trans</i> linalool*	
$\gamma$ -caprolactona*	Metionol	
$\gamma$ -decalactona		

(\*) Compuestos identificados sólo espectralmente (probabilidad superior al 80%)

Tabla 2.-Compuestos volátiles identificados en sidras naturales *de nueva expresión*.

→

**Gráfico 1-**  
Concentraciones promedio y desviación estándar de algunos compuestos volátiles mayoritarios.



ción los amílicos y el 2-feniletanol. Los primeros aportan complejidad al aroma y el segundo se asocia con caracteres florales. Los alcoholes superiores son generados durante la fermentación y sus contenidos dependen de aspectos tecnológicos y de las cepas de levaduras implicadas en la transformación del mosto en sidra.

Los ésteres de etilo mayoritarios son el lactato y el acetato, con concentraciones promedio de 182 y 59 mg/L, respectivamente (Gráfico 1). La fermentación maloláctica aumenta el nivel de lactato de etilo, un compuesto no muy relevante desde el punto de vista aromático, pero asociado a la sensación de suavidad

de la sidra. En cuanto al acetato de etilo, su contribución al perfil sensorial depende de su contenido y de la composición global de las sidras, estando asociado con aromas frutales y frescos, aunque en concentraciones elevadas aporta olores no deseables (pegamento y/o disolvente). En las muestras analizadas, la concentración de este acetato fue siempre inferior al umbral de detección (180 mg/L, vino).

### Volátiles minoritarios

Se eligen para su determinación cuantitativa 25 compuestos pertenecientes a las familias químicas más importantes.

Como se indica en el gráfico 2, destacan por su concentración los ácidos grasos, los fenoles volátiles y los alcoholes, que representan en conjunto el 90 % de esta fracción aromática.

Desde el punto de vista sensorial, los ácidos grasos tienen una influencia significativa en las propiedades espumantes de la sidra y, por tanto, en su aspecto visual. También contribuyen al aroma, bien como precursores de aldehídos y alcoholes o formando ésteres con los alcoholes presentes en el medio.

Los ácidos analizados en estas muestras se encuentran en rangos de concentración comprendidos entre 0,2 y 11 mg/L. Predomina el ácido octanoico, con contenidos promedio de 5 mg/L (Gráfico 3A), seguido por los ácidos hexanoico (3,3 mg/L) y decanoico (1,6 mg/L). Estos

↓

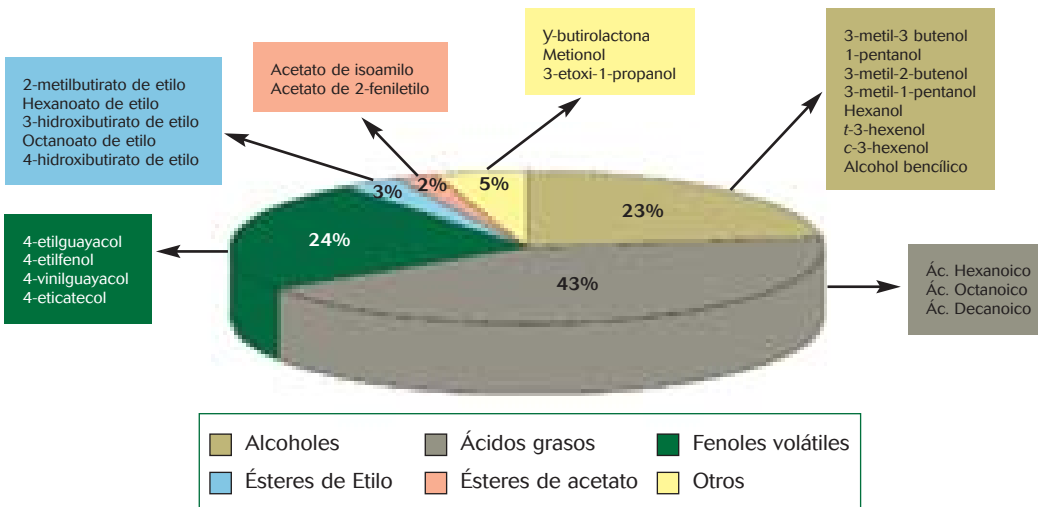
Equipo de cromatografía de gases (GC/FID/MS) utilizado para el análisis de compuestos volátiles.



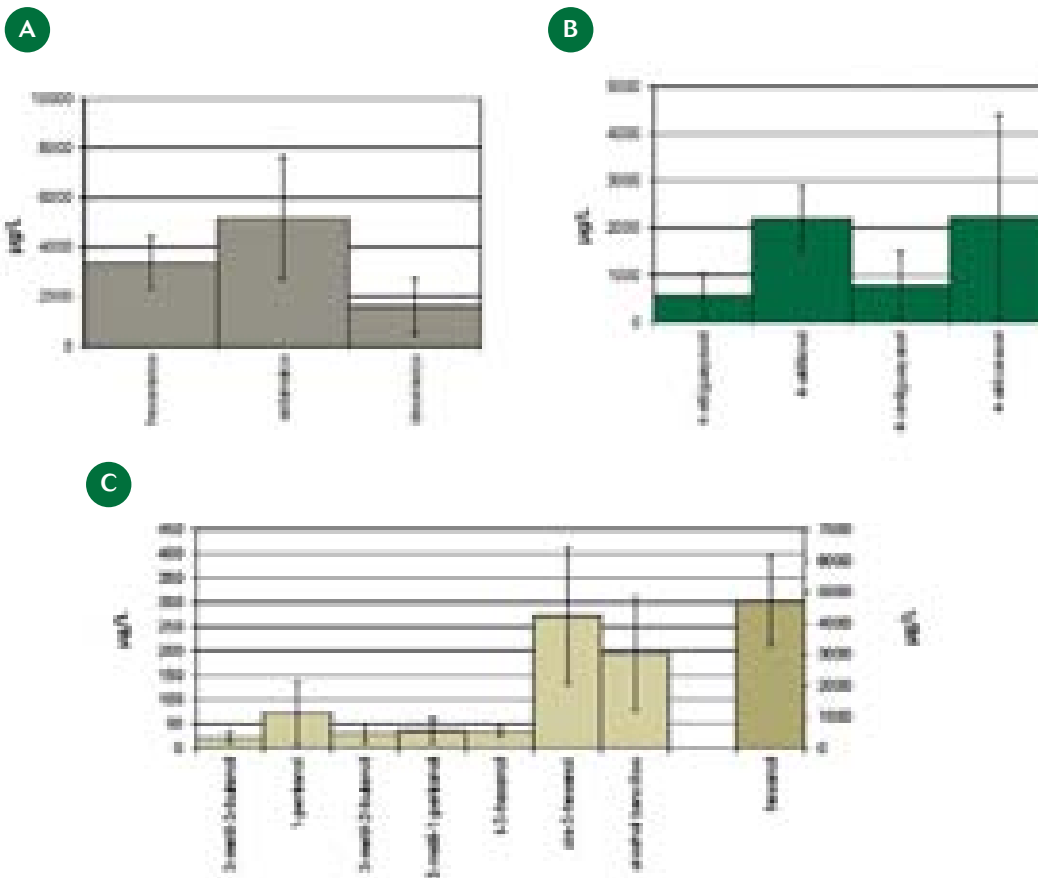
resultados son comparables a los obtenidos anteriormente por nuestro laboratorio en sidras naturales tradicionales.

Los fenoles volátiles en vinos y cervezas son responsables de defectos sensoriales descritos como cuero, cuadra, medicinal. En las sidras están asociados con caracteres especiados o fenólicos, típicos de esta bebida.

Los vinil-fenoles pueden ser originados durante la fermentación alcohólica por levaduras de distintos géneros, mediante una descarboxilación no oxidativa de ácidos fenólicos presentes en los mostos. Por su parte, los etil-fenoles pueden ser producidos por determinadas bacterias lácticas y, también, por levaduras contaminantes del género *Brettanomyces/Dekkera*. Atendiendo a los contenidos

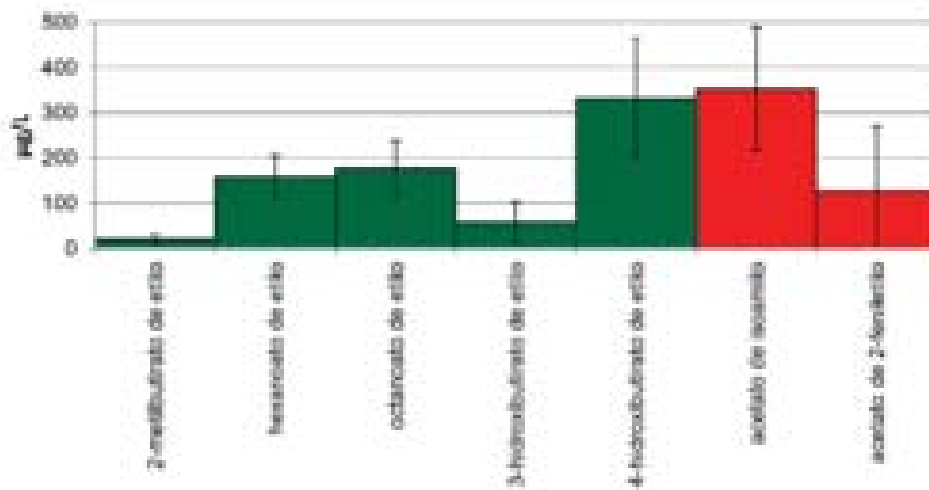


←  
**Gráfico 2.-**Distribución de las familias volátiles analizadas en las sidras de nueva expresión.



←  
**Gráfico 3.-** Concentraciones promedio y desviación estándar de los compuestos volátiles más destacados. **A)** ácidos grasos; **B)** fenoles volátiles; **C)** alcoholes.

→ **Gráfico 4.-** Concentraciones promedio y desviaciones estándar de ésteres de etilo y de acetatos en sidras de nueva expresión.



medios, los compuestos mayoritarios son el 4-etilfenol y el 4-etilcatecol (Gráfico 3B). El primero está presente en todas las sidras en concentraciones entre 1 y 3 mg/L, en tanto que el segundo muestra una mayor variabilidad (entre 0,4 y 7 mg/L).

Entre los alcoholes analizados, cabe mencionar tres de origen varietal y carácter herbáceo: el hexanol, con unos valores de concentración medios de 4 mg/L, y los isómeros del 3-hexenol (Gráfico 3C). El *cis*-3-hexenol está presente en concentraciones un orden de magnitud mayor a las encontradas para el *trans*-3-hexenol.

Los ésteres son un grupo de compuestos asociados al carácter afrutado y floral de las bebidas fermentadas, siendo potencialmente relevantes para el aroma a pesar de su pequeña concentración. Su origen y proporciones relativas dependen, fundamentalmente, de los precursores presentes en el mosto y, por tanto, de las variedades de manzana utilizadas, así como de las cepas de levaduras predominantes en la fermentación alcohólica, del desarrollo de la transformación maloláctica y del tiempo de almacenamiento sobre las lías.

En estas sidras se analizaron cinco ésteres etílicos y dos acetatos de alcoholes superiores (Gráfico 4). Entre los primeros predomina el 4-hidroxiisobutirato, con una concentración promedio de 332 µg/L y con un perfil aromático dulzón o de caramelo, seguido de los ésteres de los ácidos grasos de cadena lineal hexanoico y octanoico, descritos como fruta

verde y madura, respectivamente. De los dos acetatos cuantificados, destacó el de isoamilo (olor a plátano) con respecto al de 2-feniletilo (floral). Los niveles de ésteres etílicos y de acetatos encontrados en este conjunto de sidras fueron, en general, inferiores a los descritos anteriormente en sidras naturales asturianas.

La  $\gamma$ -butirolactona se considera un descriptor típico de las reacciones de "Maillard" y determina la nota a caramelo o aroma tostado. Su concentración en la mayoría de estas sidras resulta ser menor que los valores encontrados en sidra natural.

Por su parte, el metionol, un sulfuro volátil generado a partir del aminoácido metionina, se caracteriza por un perfil sensorial tipo "coliflor, verdura cocida" en concentraciones superiores a su umbral de detección (1,2 µg/L). Este sulfuro se encuentra presente en la sidra de *nueva expresión* en concentraciones que varían entre 360 y 1.012 µg/L, valores similares a los descritos en vino y cerveza.

**Nota**

Estos resultados, forman parte del Trabajo de Investigación titulado "Descripción del aroma de Sidra Natural de Nueva Expresión por Cromatografía de Gases y Olfatometría", defendido en la Universidad de Oviedo en Junio de 2011 por María José Antón Díaz y financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) con fondos ERDF y ESF (RTA2009-00-111). ■





# Estudio piloto para la discriminación y seguimiento de las masas arbóreas de castaño afectadas por chancro mediante técnicas de teledetección

PEDRO AUGUSTO FERNÁNDEZ GARCÍA. Delegación de Tragsatec en Asturias<sup>(1)</sup>

DAVID VILLAR GARCÍA. Delegación de Tragsatec en Asturias<sup>(1)</sup>

M<sup>a</sup> JOSÉ CHECA ALONSO. Dpto. de Teledetección. Tragsatec<sup>(2)</sup>

PILAR PORCEL PRADO. Dpto. de Teledetección. Tragsatec<sup>(2)</sup> ppp@tragsa.es

MIGUEL ÁNGEL GARCÍA. Dpto. de Teledetección. Tragsatec<sup>(2)</sup>

PEDRO MIGUEL SANZ MUÑOZ. Dpto. de Teledetección. Tragsatec<sup>(2)</sup>



<sup>(1)</sup> TRAGSATEC. Francisco Bances Candamo, nº 12 D. 33012 Oviedo (Asturias)

<sup>(2)</sup> TRAGSATEC. Julián Camarillo 6B, Pl. Baja, sector D. 28037 (Madrid)

**El grupo TRAGSA ha realizado este trabajo dentro de un proyecto de I+D titulado: “Técnicas semiautomáticas de control de cambios con datos de observación de la Tierra”, en colaboración con el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (SERIDA) y con el Centro de Apoyo Científico e Tecnológico á Investigación (CACTI), dependiente de la Universidad de Vigo, con el objetivo de analizar el potencial de los datos de observación de La Tierra para la detección de la afección del Chancro en los castaños, en dos concejos asturianos tomados como área piloto.**

## La enfermedad del chancro

El Chancro o cancro cortical es una enfermedad que afecta a gran parte de los castaños (*Castanea sativa*) del norte de España. En Asturias está muy extendida, especialmente por la zona central y oriental. Su propagación se realiza a través de las esporas del hongo, que son dispersadas por el viento, las aves y los

insectos. Esta dispersión también se ve favorecida por el transporte de madera infectada, la utilización de plantas enfermas en las repoblaciones y por la falta de labores silvícolas en los bosques.

La detección de la enfermedad se realiza mediante reconocimiento visual de los árboles y toma de muestras para su análisis en laboratorio. Los muestreos de





Castaños de las muestras de estudio afectados por Chancro (Cangas del Narcea).

campo son, además de costosos, poco eficientes frente a una enfermedad de fácil y rápida propagación como es el Chancro. Esta situación, unida al alto valor del castaño como especie de aprovechamiento comercial, revaloriza el desarrollo de métodos indirectos y globales de detección y evolución de la enfermedad como es el caso de la teledetección.

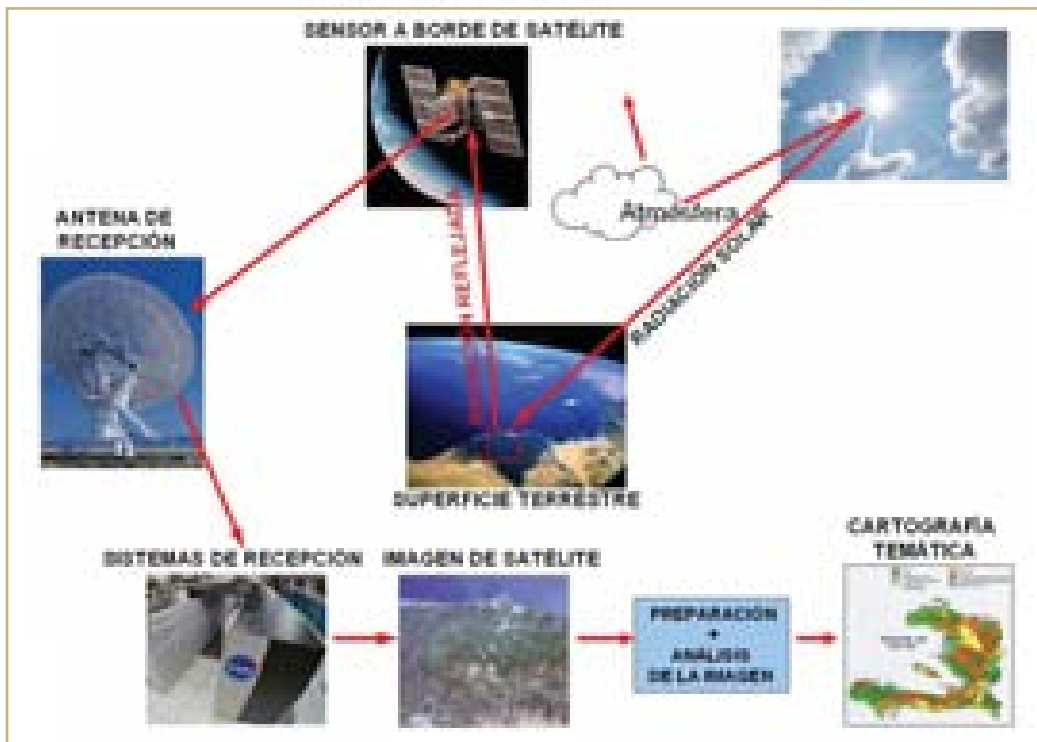
El Chancro está producido por el hongo *Cryphonectria parasitica*, que penetra en el árbol a través de heridas, producidas por podas o grietas. La afección se manifiesta progresivamente en un amarilleamiento, marchitamiento, secado y enrollamiento prematuro de las hojas, así como una pérdida de la función vascular que da lugar a ramas secas, en estadios avanzados, a una llaga en el tronco con costras de color naranja y finalmente puede llegar a producir la muerte del árbol. Hay dos características visuales muy singulares de la manifestación de la enfermedad, una es que a pesar de que las hojas se marchitan no llegan a caer, y quedan secas prendidas en las ramas, y otra es que se forman rebrotes epicórmicos debajo de la zona afectada por el chancro (Griffin, 1986; Anagnostakis, 1994). Además de los síntomas visuales, en el árbol se producen otros signos no apreciables a la vista como son estrés hídrico y variaciones en el contenido de pigmentos (clorofilas y carotenos).

## Datos de observación de la Tierra y Teledetección

En los últimos años, ha adquirido cada vez mayor relevancia el uso de datos de observación de la Tierra aplicado a distintas áreas temáticas: medio ambiente, agricultura, recursos hídricos, forestales, urbanismo y, en general, a cualquier tipo de actualización de datos cartográficos. Entre las ventajas ofrecidas por las imágenes de satélite se encuentran la posibilidad de obtener una cobertura global de la zona de estudio, independientemente de su localización y accesibilidad, de forma periódica y a diferentes resoluciones espaciales.

La teledetección permite obtener información de la Tierra sin entrar en contacto directo con la misma. Esta técnica engloba distintos procesos, la energía solar que no es dispersada o absorbida por la atmósfera llega a la superficie terrestre, donde al incidir con las distintas cubiertas puede ser absorbida, reflejada o emitida. La parte de radiación electromagnética emitida o reflejada por la superficie terrestre es registrada por el sensor a bordo del satélite, codificada y transmitida a las estaciones de recepción situadas en tierra, donde se procesan y generan las imágenes de satélite.

La proporción de energía absorbida, reflejada o emitida por una cubierta



← Esquema general del funcionamiento de la teledetección.

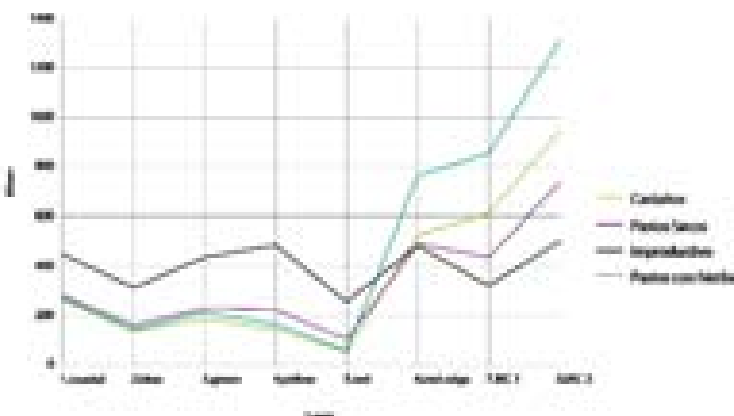
estará condicionada principalmente por la composición de la misma y por la longitud de onda incidente, originando una firma espectral única que permite la discriminación de distintas coberturas del suelo: vegetación, agua, suelo, etc.

La vegetación sana absorbe la radiación en la zona azul (400 a 500 nm) y roja (600 a 700 nm) del espectro visible, debido a los pigmentos fotosintéticos que contiene, mientras que en el verde (500 a 600 nm) y, especialmente, en el infrarrojo cercano (700 a 1300 nm) refleja gran parte de la luz, en este último caso, debido a la estructura celular de la hoja. Esto define una firma espectral muy ca-

racterística en comparación a la de otras cubiertas del suelo (suelos desnudos, zonas urbanas), y también respecto a la firma de la vegetación enferma. Cuando la vegetación sufre estrés hídrico, marchitamiento o senescencia, la reflectividad en las bandas del espectro visible aumenta, mientras que en la región del infrarrojo cercano disminuye.

Basándose en estos principios, en este trabajo se han derivado unos parámetros biofísicos de las imágenes de observación de la Tierra para el análisis del comportamiento espectral diferencial de la vegetación sana frente a la enferma, en una serie de parcelas de campo seleccionadas expresamente para ello.

↓ Comparación entre firmas espectrales de distintos tipos de cubiertas. Zona de Cangas del Narcea.



→  
Imágenes WV2  
del 21/06/2010 sobre las  
zonas de estudio.

→  
A la derecha,  
Imagen Landsat 5 TM  
del 21/06/2010 con  
encuadres de las  
zonas de estudio.



### Aplicación de la teledetección para la detección del chancro en masas arbóreas de castaño

Para llevar a cabo el estudio se han escogido dos zonas, localizadas en dos concejos limítrofes del occidente asturiano, Allande y Cangas del Narcea. Ambas cuentan con importantes masas de castaños y condiciones fisiográficas equiparables: altitud, pendiente y orientación.

Los datos de observación de la Tierra empleados en el estudio son dos tipos de imágenes, cuya principal diferencia radica en la localización de las bandas espectrales del sensor y en su resolución espacial.

#### Sensores ópticos

– **Dos imágenes WordView-2 (WV-2)**, una por zona. Capturadas el 21/06/2010. Son imágenes de muy alta resolución espacial, con un tamaño de píxel de 0,46 m en la banda pancromática y

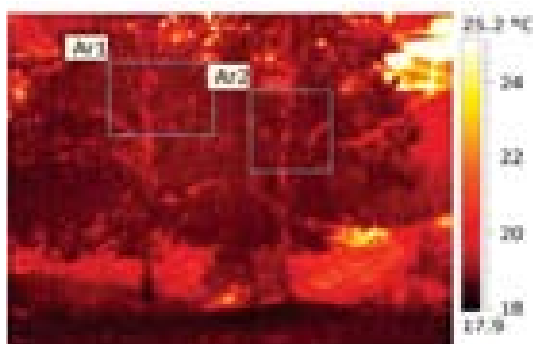
1,84 m en las ocho bandas multiespectrales. Esto, unido a sus nuevas y altas capacidades espectrales hace que este sensor tenga un gran potencial para el análisis del estado de la vegetación.

– **Una imagen Landast 5 TM** del mismo día que las imágenes WV-2, cubre casi la totalidad de Asturias. Landsat es un programa de adquisición de imágenes, de los más antiguos (activo desde 1972) y más empleados en trabajos de medio ambiente, compuesto por distintos satélites y operado por la NASA. Las imágenes Landsat 5 TM tienen 30 m de resolución espacial en las seis bandas multiespectrales y 120 m en la banda térmica.

#### Sensor térmico aerotransportado

Se contó con un sensor térmico, ThermaCam SC640, con un rango espectral entre 7,5 y 13 mm y una matriz CCD de 640 x 480 píxeles, propiedad del CACTI. Este sensor se eligió para com-

→  
Imagen térmica con árbol sano (Ar2) y árbol enfermo (Ar1). Cangas del Narcea.



probar, si existían diferencias de temperaturas entre los árboles sanos y enfermos. Se parte de la premisa de que los árboles afectados por chancro tienen mayor temperatura que los sanos, debido a que la enfermedad provoca el cierre de los estomas de las hojas y, por tanto, produce una disminución de la evapotranspiración, proceso en el que la planta se refrigera y se enfría mediante la liberación de agua al exterior.

Para comprobar esta teoría se realizó una inspección a pie, en junio de 2010, para tomar imágenes térmicas de castaños sanos y enfermos, y se constató una variación de temperaturas entre 0,5° C y 4° C.

### Datos de campo

Se realizaron tres visitas de campo a las zonas de estudio. La primera, en abril de 2010, para seleccionar las áreas de estudio y las otras dos, en agosto de 2010 (se recogieron 14 muestras) y en febrero de 2011 (23 muestras), con el fin de obtener muestras de parcelas de castaños con distintos grados de afección que sirvieran de referencia para el análisis de las imágenes. Estos datos se recogieron teniendo en cuenta criterios visuales establecidos para definir los grados de afección por Chancro; las muestras con afección dudosa se analizaron en el laboratorio del SERIDA para confirmar la enfermedad.

En este caso, también se seleccionaron masas densas y monoespecíficas de castaño con las mismas condiciones fisiográficas.



Grado de afección	Síntomas por reconocimiento visual de árboles individuales	Síntomas por reconocimiento visual en clasificación de parcelas
No afectado	Árbol sano	Todos los árboles de la parcela sanos, o que no cumplan la condición de grado 1
Afección Grado I	Árbol afectado por chancro sin ramas muertas en la copa, o con ramas muertas en menos de un 20% de la copa	Detectados más de 1 árbol de grado 2 en la parcela y que supongan al menos un 10-15% del total de la parcela
Afección Grado II	Árbol afectado por chancro con más de un 20% de la copa muerta	Detectado al menos 1 árbol de grado 3 y que supongan al menos el 20% del total de la parcela

### Análisis de las imágenes de satélite

El análisis de datos se realizó, principalmente, con las imágenes WV-2. La imagen Landsat 5 se ha utilizado para verificar y confirmar los resultados obtenidos con las imágenes WV-2.

Tras realizar una serie de procesos de preparación de las imágenes, para posicionarlas correctamente en el espacio y minimizar los efectos que la diferencia de iluminación, absorción y dispersión atmosférica tienen en los valores radiométricos de las imágenes, se procedió a su análisis.

Con el fin de comprobar si era posible discriminar las masas forestales afectadas por chancro en campo, a través de parámetros biofísicos extraídos de las imágenes, se valoraron una serie de Índices de



↑  
Grados de afección.

↓  
Muestras de campo (en amarillo) con visualizaciones en color natural.  
Izquierda Imagen WV2  
Derecha Imagen Landsat 5 TM. La población que se ve al norte es Cangas del Narcea.  
Se aprecia la diferencia de resolución espacial entre ambas imágenes.

Vegetación, todos ellos relacionados con el verdor, contenido de pigmentos y senescencia de la vegetación. A partir de un análisis discriminante de los distintos índices sobre las parcelas de campo con distinto grado de afección, se seleccionaron finalmente dos: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), relacionado con la actividad fotosintética de la planta y Plant Senescence Reflectance Index (PSR) que evalúa, a través del contenido en pigmentos de las hojas, la senescencia de la planta.

La correlación entre estos índices y los grados de afección ha sido especialmente difícil, debido a que la resolución espacial de los sensores limita su nivel de detalle. El valor de un píxel (2x2 m) corresponde al valor medio de las cubiertas representadas en él (árboles, prado, suelo desnudo, agua, etc.). Esto hace que el valor de los índices para un píxel determinado es el que corresponde a las cubiertas en él contenidas (por ejemplo varios árboles, en lugar de uno en particular). Aunque se ha intentado que las parcelas de muestra sean lo más homogéneas posibles en cuanto al grado de afección, no siempre es así, coexistiendo, en una misma parcela, árboles muy afectados al lado de otros poco o nada afectados.

Con el fin de trabajar sobre escenarios lo más simples posibles, solo se seleccionaron parcelas con los grados extremos de afección: No-Afectado (grado 0) y Afectado (grado II) en la zona de Cangas del Narcea.

## Resultados

Para el análisis final se seleccionaron exclusivamente los píxeles de vegetación (>75% de cubierta vegetal) contenidos en las parcelas con grados de No afectado y Afectado en grado II. Sobre ellos se realizó un análisis estadístico para ver el grado de separabilidad que existe entre las muestras de No-Afectado y Afectado, obteniéndose los siguientes resultados:

–Grado 0 (No-Afectado): 90%.

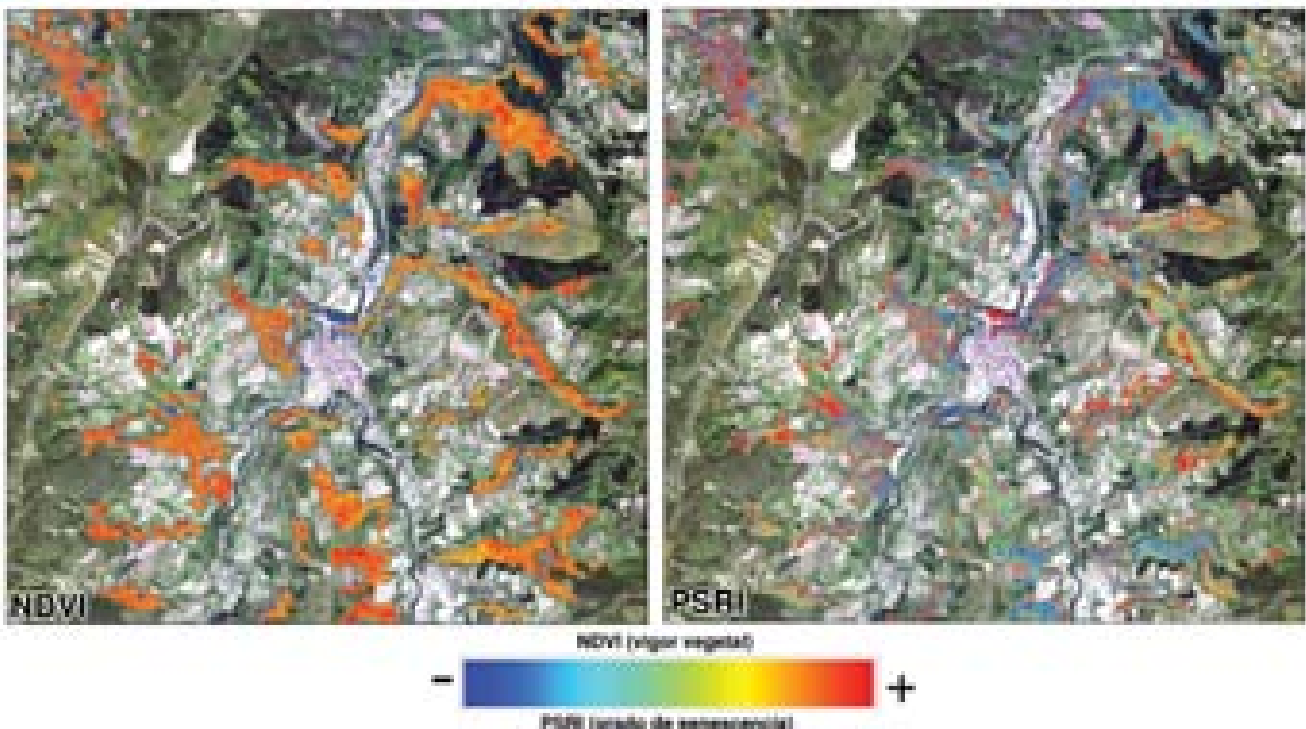
–Grado II (Afectado): 81%.

–La precisión global obtenida es del 89%.

Los resultados indican una buena discriminación en las parcelas de No-Afectado y Afectado.

El grado de confusión existente en la clase "Afectado", puede deberse a que el

↓  
Cartografía de índices de vegetación, sobre la superficie de castaño de la zona de Cangas del Narcea.



porcentaje de árboles enfermos que se ha considerado para asignar el grado de Afectada a toda una parcela ha sido bajo (20% de árboles muy enfermos o muertos), y no tiene un reflejo claro en la respuesta espectral de los píxeles de la imagen.

Del análisis de los índices de vegetación aplicados y su significado biológico (análisis cualitativo), se obtiene que para las parcelas de No-Afectado los valores de NDVI son menores y los de PSRI son mayores; es decir, presentan menor verdor y vigorosidad y más senescencia que las parcelas Afectadas. Este resultado ha sido inesperado y es contrario al significado biológico de los índices. Es decir, las parcelas afectadas deberían tener valores de índice de verdor menores que las no afectadas y al mismo tiempo valores mayores de senescencia.

Esta misma tendencia de los índices, obtenida con la imagen WV2, se confirmó aplicando los mismos índices a la imagen Landsat 5 TM.

Todavía no se ha encontrado una explicación para los resultados que ofrecen los índices. Es posible que a las parcelas de No-Afectado, debido a su situación geográfica, les esté influyendo internamente el haber tenido la floración más tardía o algún otro factor fisiográfico, en comparación con las parcelas de Afectado. Pese a ello, se obtuvo una cartografía de índices de vegetación sobre la superficie de castaño en la zona de Cangas del Narcea.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en este proyecto no son concluyentes, puesto que los índices aplicados (NDVI y PRSI) para la discriminación de parcelas afectadas por chancro, si bien han permitido realizar un mapa de zonas afectadas, los valores de estos índices carecen de significado biológico, siendo contrario al que podría esperarse. Este fenómeno se repite con los dos sensores empleados (WV2 y Landsat TM) de características espaciales y espectrales bien diferentes.

Sobre la base de los resultados de los índices, sería interesante aplicar la metodología en parcelas experimentales y monoespecíficas de castaño, en las que exista una clara separación entre los árboles con distintos grados de afección, para poder analizar, sin margen de duda, y con los distintos factores controlados, que influyen en la respuesta espectral (iluminación, tipo de suelo, pendiente, etc), la relación entre la respuesta espectral y los grados de afección.

Las imágenes WV2, con el aporte de nuevas bandas y la configuración de éstas, más estrechas que las de una imagen multispectral estándar, añaden un gran potencial para los estudios de vegetación. Esperamos que, con el tiempo, se extienda su uso y se creen nuevos índices que utilicen las nuevas bandas.

Respecto a los datos obtenidos con el sensor térmico en las capturas obtenidas a pie, hay que señalar que se han detectado diferencias de temperatura entre árboles sanos y enfermos a cortas distancias.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al SERIDA y en especial a la Dra. Ana González, responsable del Programa de Patología Vegetal, por su trabajo y colaboración desinteresada, al igual que al CACTI de la Universidad de Vigo, por su apoyo con la adquisición de los datos térmicos.

## Bibliografía

- ANAGNOSTAKIS S. L. 1994: Protecting chestnut trees from blight. Annual report of the northern nut growers association, 84, 118-123.
- CHUVIECO, E. 1996: Fundamentos de Teledetección Espacial. Madrid. Ed. Rialp.
- GRIFFIN, G. J. 1986: Horticultural reviews. Rev. 8, 291-335.
- JONES, H. G.; SCHOFIELD, P. 2008: Thermal and other remote sensing of plant stress. Plant Physiol., 34 (1-2), 19-32.
- MERZLYAK, J. R.; GITELSON, A. A.; CHIVKUNOVA, O. B.; RAKITIN, V. Y. 1999: Non-destructive Optical Detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening. Plant Physiol., 106, 135-141.
- VALDEZATE, C.; ALZUGARAY, R.; LANDERAS, E.; BRAÑA, M. 2001: Situación, cancro cortical, en los castaños actual de Cryphonectria parasitica (Murri) Anderson asturianos. BSVP-27-3, 401-410. ■



# Puesta en valor de la carne de vacuno mayor en Asturias y en la Cornisa Cantábrica

KOLDO OSORO OTADUY. Director Gerente del SERIDA. [kosoro@serida.org](mailto:kosoro@serida.org)

ANTONIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ. Jefe del Departamento Tecnológico y de Servicios. [anmartinez@serida.org](mailto:anmartinez@serida.org)

M.ª DEL CARMEN OLIVÁN GARCÍA. Área de Sistemas de Producción Animal. [mcolivan@serida.org](mailto:mcolivan@serida.org)

ANA BELÉN SOLDADO CABEZUELO. Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. [asoldado@serida.org](mailto:asoldado@serida.org)

MIGUEL FERNÁNDEZ LAZCANO. Spectraply. [mflazcano@serida.org](mailto:mflazcano@serida.org)



Al finalizar su periodo de producción de leche, las vacas frisonas aún presentan un potencial de aprovechamiento económico complementario.

Las producciones de ganado vacuno, base de la economía agraria y de la vida rural en la Comunidades Cantábricas, se encuentran inmersas en una crisis de rentabilidad. Por lo tanto, cualquier iniciativa que proponga una mejora en la eficiencia de utilización de los recursos y la diversificación de las producciones incorporando valor añadido será de interés para los sectores productores, transformadores, comercializadores y restauradores.

En el caso de Asturias, el vacuno mayor está representado por las vacas de cría de raza Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña y sus cruces, que en 2008 suponían un total de 154.463 reproductoras (MARM 2009), además de los sementales. Por otra parte, hay que considerar también las vacas de raza frisona y el conjunto mestizo lechero, que suponen otras 90.126 cabezas de vacuno mayor. Esta distribución no es significati-







←  
Vacas de cría aprovechando los recursos pastables, muy abundantes en toda la Cornisa Cantábrica.

CCAA	VACAS DE CRÍA	VACAS FRISONAS	TOTAL VACAS	% DE VACAS DE CRÍA
GALICIA	236.860	374.200	<b>633.973</b>	37%
ASTURIAS	154.463	90.126	<b>244.589</b>	63%
CANTABRIA	91.557	82.877	<b>174.434</b>	52%
PAÍS VASCO	55.433	26.906	<b>82.339</b>	67%
NAVARRA	34.316	22.913	<b>57.229</b>	60%
<b>TOTAL</b>	<b>572.629</b>	<b>597.022</b>	<b>1.169.651</b>	<b>49%</b>

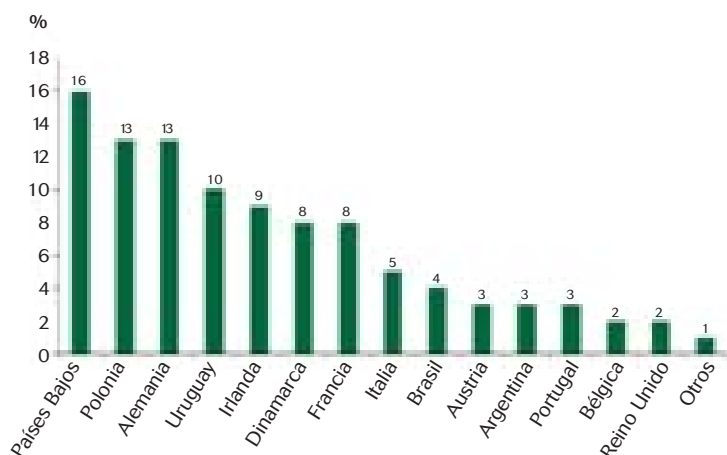
←  
**Tabla 1.**-Censo de ganado vacuno mayor por Comunidades Autónomas (MARM diciembre, 2008).

vamente diferente de lo que ocurre en las otras Comunidades Autónomas del norte (Tabla 1). En total en las Comunidades del norte de España se manejan 572.629 vacas de cría y 597.022 vacas de leche, cuyo destino final principal es el industrial, por lo que los ingresos que generan, en muchos casos son bajos respecto a su potencial cuantitativo y cualitativo y, por lo tanto, económico.

Curiosamente, es en estas comunidades del norte donde entra una cantidad importante de carne importada, fundamentalmente, piezas como lomos y solomillos de vacuno mayor procedente, en buena parte, de los Países Bajos, Dinamarca y Alemania (Gráfico 1). Se trata de un producto bien seleccionado, cuidado y bastante regular en sus características y homogeneidad. No obstante, nuestro producto alternativo provendría, en buena parte, de animales autóctonos cuya

alimentación se basa en recursos forrajeros, por lo que este modelo sostenible de producción tendría un gran componente natural basado en los recursos propios, lo que contribuiría al mantenimiento de la biodiversidad del medio natural y a la obtención de un producto diferenciado en su origen y manejo.

↓  
**Gráfico 1.**-Origen de las importaciones de Carne de Vacuno (Eurostat y MARM, 2009).



## Estado actual

La tecnología y la opción de los platos precocinados (V Gama) de reciente desarrollo, debe ser estudiada y trabajada,



→ El chuletero es el producto de mayor valor de la canal del vacuno mayor. Una parte importante de los consumidos en Asturias son importados.

→ Aplicando la tecnología apropiada, es posible revalorizar las partes de la canal de inferior categoría comercial.

→ Canales de vacuno mayor en proceso de maduración en cámara.

↓ El proyecto trata de revalorizar no solo la carne de primera, si no también las piezas menos demandadas.



puesto que ofrece una oportunidad para poner en el mercado aquellas piezas de inferior categoría comercial y que, en general, tienen más dificultades para encontrar salida comercial apropiada. Su orientación hacia el desarrollo de nuevos platos precocinados de calidad posibilitaría un aprovechamiento más eficiente de la canal y una mejora de la rentabilidad de la producción primaria. Su oferta podría canalizarse a establecimientos de comida rápida, mientras que las piezas más valiosas estarían destinadas a la restauración más cualificada. En ambos casos, el papel y el conocimiento, tanto de restauradores como de transformadores, será vital para maximizar el valor añadido de la carne mediante la especial apreciación de los productos por parte de los consumidores. Obviamente, ello complementa y no excluye al conocimiento tradicional y a la actividad de elaboración de embutidos y productos cárnicos curados como chorizos, cecinas y otros, muy valorados en la región.

Bien es cierto que entre el sacrificio y la restauración hay una fase importantísima para la posterior valoración del producto por los consumidores: la etapa de maduración, siendo la temperatura y el tiempo en cámara dos variables claves que deben estar bien definidas en función de las características de la canal. Hoy en día, la limitación del tiempo disponible y los costes, entre otros aspectos, hacen que estas variables se manejen sin demasiado criterio técnico bien caracterizado, obteniéndose, en general, resultados variables e insatisfactorios. Para optimizar la calidad del producto se requiere, por tanto, un estudio exhaustivo de las características de la canal, para establecer las condiciones y el tiempo de maduración más adecuado.

Todo ello permitirá llegar al mercado con un producto de calidad diferenciada y reconocible por el consumidor, que debería traducirse en un incremento de la demanda de estos productos y de la rentabilidad de los procesos productivos, en los que la materia prima proceda de sistemas de manejo que resulten beneficiosos para la sostenibilidad del medio rural y la biodiversidad del espacio natural.

## Planteamiento del proyecto y objetivos

Para que la sociedad se aproveche de los conocimientos derivados de la investigación, éstos deben ser incorporados y aplicados por las empresas.

Un papel primordial, por lo tanto, será la coordinación entre los grupos de investigación y las empresas para el desarrollo de las iniciativas innovadoras que mejoren el estado de bienestar, tanto por el incremento de las rentas de las actividades y los procesos, como por la calidad de los productos obtenidos y su compatibilidad con un desarrollo sostenible. Con este espíritu se planteó el proyecto denominado "Puesta en valor de la carne de vacuno mayor en Asturias y en la Cornisa Cantábrica".

El área de Sistemas de Producción animal del SERIDA lleva años investigando en el aprovechamiento y la gestión de los recursos naturales para la producción de carne de calidad y el mantenimiento de altos índices de biodiversidad en el medio natural, utilizando las estrategias de pastoreo con rebaños monoespecíficos o mixtos y en diferentes cubiertas vegetales, predominantes en las condiciones del norte peninsular.

Un somero análisis de la situación actual y de los últimos años pone de manifiesto, por un lado, el escaso valor comercial del vacuno mayor nacional, comercializado como carne industrial, tanto en el caso de las razas de carne como de leche, mientras que, por otra parte, la restauración importa, principalmente lomos de otros países. Ello hace pensar en la necesidad de organizar la producción de nuestro vacuno mayor; básicamente en la fase de acabado, para la adecuada maduración de las canales, potenciando así sus características físico-químicas y organolépticas y aplicar un cocinado y transformado propicio para cada una de las diferentes piezas de la canal.

Por lo tanto el proyecto se planteó con dos objetivos claros:

1. Lograr unos productos de calidad diferenciada, reconocibles por el consumidor, que permita poner en valor la producción de vacuno

mayor en la Cornisa Cantábrica y mejorar las rentas.

2. Establecer sistemas de producción y manejo de vacuno mayor que resulten rentables económicamente y que contribuyan a la gestión del territorio.

Y los siguientes objetivos específicos:

1. Estudiar y establecer los manejos de alimentación pre-sacrificio en función de la raza, la condición corporal y la edad, a fin de conseguir en los animales el estado de carnes o nivel de engrasamiento adecuado en el momento del sacrificio, para obtener un producto de calidad.
2. Estudiar los manejos *post-mortem* idóneos (días de maduración, temperatura, etc.) en función del nivel de engrasamiento, edad y raza (genética) para lograr productos de calidad organoléptica (terneza, jugosidad, flavor) diferenciables.
3. Determinar las condiciones óptimas (vacío, mezcla de gases, etc.) para su conservación y comercialización.
4. Valorar los procesos de restauración más indicados para cada material o pieza.



←  
Controles de la canal  
realizados en matadero.

5. Caracterizar y consolidar una marca nueva y proponer una categoría para incluirla dentro de la IGP "Terñera Asturiana" en aquellos casos que permita el reglamento.
6. Incorporar al mercado nuevos productos elaborados de calidad para la diversificación de la oferta e incrementar el valor añadido de las materias primas (carne de 2ª): precocinados, embutidos.
7. Validación y utilización de métodos *on-line* y *on-site* para controles físico-químicos, microbiológicos y sensoriales en la carne de vacuno mayor, en cualquiera de las fases del proceso *post-mortem* hasta la comercialización y la restauración.

### Descripción del Consorcio

Un consorcio constituido por las empresas asturianas Junquera Bobes S.A, Embutidos La Vega de San Julián, MOFESA y Hotel los Lagos de Covadonga, que vienen a representar la totalidad de la cadena alimentaria en el caso de la carne de vacuno, con la participación del SERIDA y de un centro de apoyo a la innovación tecnológica (ASINCAR) (Figura 1), se encargarán de la ejecución del proyecto.

La participación de estas empresas, con experiencia avalada en investigación y contratos previos con los centros de investigación involucrados, asegura la integración de todos los sectores relacionados con la producción cárnica (cría y engorde de animales, sacrificio, controles de calidad, comercialización y servicio al consumidor), lo que permite proponer un estudio multidisciplinar para el desarrollo y la puesta en valor de un producto de calidad.

**Junquera Bobes, S.A.** Rol: Coordinador. La sociedad Junquera Bobes, S.A., comercialmente Matadero Central de Asturias, es una de las principales industrias agroalimentarias del Principado de Asturias, con participación activa en proyectos de I+D+i. Su actividad se centra en el sacrificio y faenado de ganado de abasto. Comercializan sus productos en el mercado regional, nacional e internacional.

#### **Embutidos La Vega de San Julián, S.L.**

Rol: Participante. Empresa especializada en la fabricación y elaboración de productos cárnicos frescos y crudo-curados (chorizos, longanizas, etc.), que distribuye en el mercado regional y nacional. Su política de calidad se basa en la elaboración de un producto artesanal, con materia prima de calidad, con el fin de obtener productos diferenciados en el mercado.

**Mofesa.** Rol: Participante. Esta empresa está especializada en la fabricación y distribución de alimentos congelados y refrigerados. Es la matriz o cabecera de un grupo de empresas formado por: Frionorte S.A., Frigoríficos de Alimentación S.A. y Disloas S.L. Mofesa tiene un alto grado de implantación en Asturias y una cartera de clientes superior a 1.200. Merece una mención especial su trayectoria innovadora, como la línea de fabricación de productos de V Gama, DEGUSTAS, de alta calidad.

**Hotel Lagos de Covadonga, S.L.** Rol: Participante. Esta empresa dispone de hoteles y restaurantes situados al más alto nivel gastronómico. Además, forma parte del portal gastronómico I+D+i Adición, donde se recogen ideas para el desarrollo de proyectos, y de la cadena de hoteles ARCEA. Es de destacar que el grupo disponga de una cocina-laboratorio situada en el parque científico-tecnológico de Gijón.

**Asociación de Investigación de Industrias Cárnicas del Principado de Asturias (ASINCAR).** Rol: Entidad Privada Subcontratada. ASINCAR (reconocida como Agrupación Empresarial Innovadora), es una entidad privada sin ánimo de lucro, formada por 74 empresas cárnicas asturianas (entre ellas las empresas cárnicas involucradas en este consorcio), que representan aproximadamente el 80% de las que existen en Asturias. ASINCAR tiene un departamento de I+D+i que promueve el desarrollo de proyectos de investigación regionales, nacionales e internacionales.

**Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).** Rol: Entidad Pública Subcontratada. El SERIDA es un organismo público del Principado de Asturias, cuya finalidad es con-

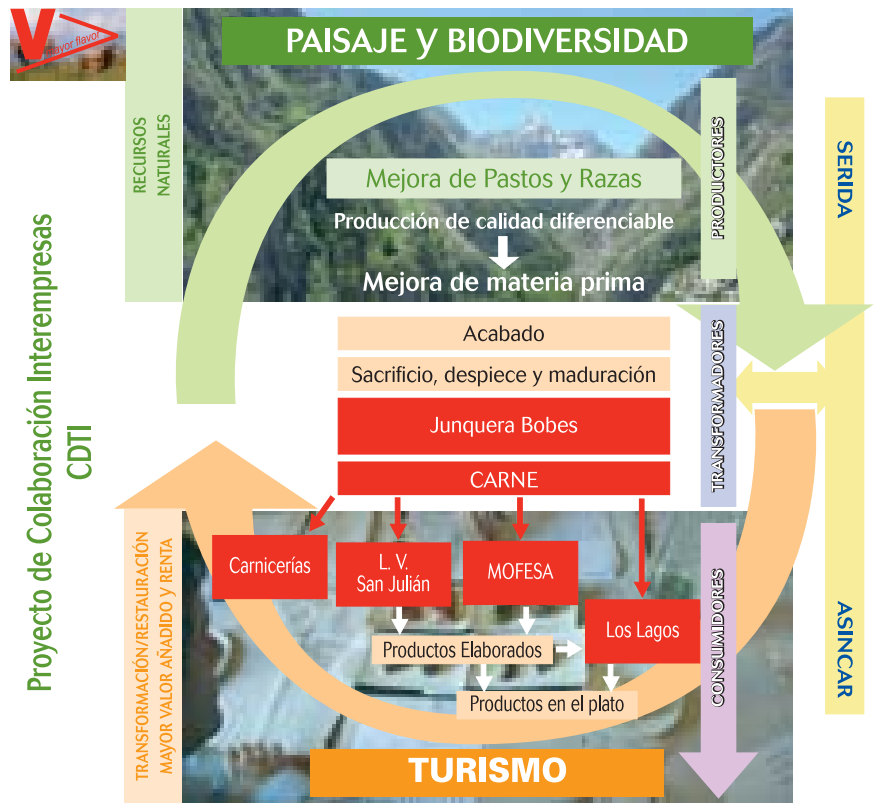
tribuir a la modernización y mejora de las capacidades del sector agroalimentario regional mediante el impulso y la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico agroalimentario en diversos ámbitos: regional, nacional e internacional, incluyendo los proyectos de los Programas Marco de la Unión Europea. El SERIDA dispone de varios centros, estaciones y fincas experimentales, así como de laboratorios especializados en análisis agroalimentarios. Ha ejercido el papel de promotor y valedor de la propuesta.

### Adecuación del consorcio para la explotación de los resultados potenciales del proyecto

El consorcio engloba a cuatro empresas emprendedoras del sector cárnico asturiano. La empresa coordinadora del consorcio, Junquera Bobes S.A. es, hoy en día, una de las principales industrias agroalimentarias del Principado de Asturias y un referente autonómico en la comercialización de canales y sus productos. Por su parte, Mofesa S.A., es una referencia en el sector de conservación y distribución de productos congelados y refrigerados y también realiza su actividad dentro de la investigación y el desarrollo de nuevas recetas y platos precocinados (IV y V gama), lo que permite maximizar el aprovechamiento de las canales y sus productos. Distribuye directamente al consumidor, a las grandes superficies y al sector HORECA (Hotel, Restauración y Catering).

Para completar el mercado de la carne de ganado vacuno, se incluyen en este consorcio dos empresas de preparación y comercialización de embutidos y platos de restauración: Embutidos La Vega de San Julián S. L. y Hotel Lagos de Covadonga S. A. Estas empresas centrarán su actividad en el aprovechamiento de la canal y en hacer llegar al consumidor las diferentes alternativas culinarias que se plantean para el consumo de carne de calidad.

Las empresas Mofesa S. A., La Vega de San Julián S. L. y el Hotel Lagos de



Covadonga S. A., basan su actividad en la elaboración de productos transformados, bien embutidos y crudo-curados o bien platos especialmente elaborados para poner en valor aquellos productos cárnicos de segunda categoría. En este sentido, cualquier modificación o alteración en la actividad propuesta por alguna de estas empresas, podrá ser asumida por cualquiera de las otras.

La interrelación y complementariedad entre el grupo de PYMES de este proyecto permitirá llevar a cabo un desarrollo eficaz del mismo, posibilitando la obtención de una información global que afectará a la totalidad de la cadena de valor, tal y como muestra la figura 1. Por un lado, aportará valor añadido e incrementos de renta al sector transformador y la restauración, así como productos de calidad al consumidor. Esto redundará, en último término, en el desarrollo de un sistema productivo rentable y sostenible, ligado a los recursos naturales de la región, reclamo turístico y patrimonio natural de gran valor medioambiental y paisajístico.

Figura 1.-Flujograma del Proyecto.

Por otra parte, se establecen vías de ida y vuelta que posibilitarán visualizar los eslabones fuertes y los más débiles de la cadena para que la investigación plantee diseños o formas de fortalecer estos últimos.

### Desarrollo del proyecto

Se procederá al sacrificio de 1.400 animales de vacuno mayor en el Matadero Central de Asturias (Junquera Bobes, S.A.), por lo que se estará actuando sobre una muestra muy representativa del total del vacuno mayor que se sacrifica en Asturias. Se rellenará una ficha de cada animal, que recogerá la información sobre el tipo de animal y su manejo previo al sacrificio, junto con los parámetros que van a ser controlados durante el período experimental de acabado, además de una descripción general sobre: raza, edad, sexo, estado fisiológico, sistema productivo, alimentación, peso y condición corporal. A las 1.400 canales obtenidas, se realizarán controles en matadero: conformación y engrasamiento de la canal, pH y color de la grasa subcutánea y de la carne. Además, se tomará como muestra para el control de la calidad de la carne una porción de lomo que comprenda la 3ª y 4ª costillas, sobre la que se tomarán espectros NIRS y se realizarán controles de calidad microbiológica y físico-química (dureza y composición química).

Se seleccionarán 140 animales (el 10% del total de los animales elegidos para la muestra) conforme a diferentes factores experimentales como la raza, la edad y la condición corporal, con el fin de proceder al cebo de estos animales bajo diseño y control experimental por parte de los grupos de investigación del SERIDA y de ASINCAR. En las canales de estos animales, que han sido acabados de forma controlada, se analizará en profundidad, la evolución de la calidad del producto (composición, vida útil, dureza, color, oxidación y evaluación sensorial) a lo largo de la maduración *post-mortem*, con el fin de obtener información sobre el tiempo óptimo de maduración en función de las características del animal y de la canal. Esto asegurará un análisis más

completo sobre la calidad del producto y permitirá dar al sector información sobre el manejo óptimo que asegure su éxito en el mercado.

Los mismos controles y análisis se efectuarán, también, sobre el producto de importación con el fin de comparar la calidad de los productos que se están comercializando en la región, frente al que será estudiado en este proyecto.

### Identificación y descripción de las principales actividades técnicas a llevar a cabo en el proyecto

**Actividad 1:** Puesta en marcha del proyecto y controles pre-sacrificio.

- 1.1. Elaboración del proyecto.
- 1.2. Identificación de animales y ficha de control previo al sacrificio.
- 1.3. Selección de los animales experimentales.
- 1.4. Alimentación y período de acabado de los animales seleccionados.
  - 1.4.1. Localización.
  - 1.4.2. Tratamientos.
  - 1.4.3. Manejo.
  - 1.4.4. Controles.
- 1.5. Sacrificio de los animales.

**Actividad 2:** Sacrificio: muestreo de la canal

- 2.1. Mediciones y valoraciones de peso, engrasamiento, color y conformación de la canal.
- 2.2. Recogida de muestras (3ª y 4ª costilla).

**Actividad 3:** Control microbiológico, físico-químico y sensorial de la carne.

- 3.1. Análisis microbiológico.
- 3.2. Análisis físico-químicos.
- 3.3. Análisis sensorial.

**Actividad 4:** Aplicación NIRS.

- 4.1. Recogida espectros NIRS.
- 4.2. Desarrollo modelos quimiométricos.

**Actividad 5:** Productos elaborados: precocinados, embutidos y restauración.

- 5.1. Desarrollo nuevos procesos productivos.
- 5.2 Análisis microbiológico.
- 5.3 Análisis sensorial.



**Actividad 6:** Análisis, discusión de resultados y elaboración del informe final.

6.1. Análisis y discusión de resultados y propuestas.

6.2. Redacción del informe final y divulgación.

### Innovaciones que plantea el proyecto

Estrategias de manejo de la alimentación para lograr el punto de acabado adecuado en los diferentes genotipos.

Validación y utilización de métodos "on-line" y "on-site" para controles físico-químicos, microbiológicos y sensoriales en la carne de vacuno mayor.

Caracterizar y consolidar un producto regional de vacuno y proponer una categoría para su inclusión en la IGP "Ternera Asturiana" en aquellos casos que permita el reglamento.

Incremento del valor añadido de la carne, en especial para aquellas piezas de inferior categoría comercial.

Incorporación al mercado de nuevos productos elaborados de calidad para la diversificación de la oferta e incremento del valor añadido de las materias primas (carne de 2ª).



En resumen, todo ello permitirá llegar al mercado con productos de calidad diferenciada y reconocibles por el consumidor, que supondrán la mejora de la oferta de calidad en el mercado y, con ello, el incremento de la demanda de los productos y la rentabilidad de los procesos, en los que la materia prima procede fundamentalmente de la propia región y de manejos beneficiosos para la sostenibilidad del medio rural, tanto en su vertiente social y cultural, como ambiental y por supuesto económica. ■

↑  
Etiquetado de distintos tipos de piezas de la canal para su análisis sensorial.

←  
Productos preparados para análisis sensorial en restauración.



# XLI Seminario de técnicos y especialistas en horticultura

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

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

→

Acto de inauguración del XLI Seminario.

De izquierda a derecha:

D. Antonio Martínez, Jefe del departamento Tecnológico del SERIDA;  
D. Manuel Arrieta, representante del Ilmo. Ayuntamiento de Gijón;  
D. Guillermo García, técnico del SERIDA y Coordinador del seminario,  
D. Francisco González Zapico, Delegado del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino en Asturias y  
D. José Antonio Migoya, Fundación Caja Rural.



El "Seminario de técnicos y especialistas en horticultura" es una reunión anual de investigadores, técnicos y especialistas de toda la geografía española que trabajan en experimentación e investigación hortícola, en la que se presentan los resultados de los últimos trabajos sobre los aspectos involucrados en la producción de hortalizas: ensayos de contraste del material vegetal, técnicas de cultivo, mejora de la calidad y de los sistemas productivos respetuosos con el Medio Ambiente, control de patógenos, utilización racional de los recursos, comercialización, etc.

Las raíces de este Seminario se encuentran en los grupos de técnicos del antiguo Servicio de Extensión Agraria. Actualmente, la mayoría de las personas que constituyen estos grupos trabajan en las consejerías de agricultura de las

comunidades autónomas españolas, en los servicios de agricultura de diferentes entidades locales, como cabildos o diputaciones, en entidades de experimentación e investigación hortícola de carácter privado y en las universidades.

Desde hace 41 años, de forma ininterrumpida, el Seminario se celebra cada año en una comunidad autónoma diferente con el objeto de que los técnicos y especialistas asistentes puedan conocer sobre el terreno la realidad del sector hortícola español en cada uno de sus territorios. En 2011, la organización de la XLI Edición correspondió a la comunidad autónoma del Principado de Asturias, a través del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), junto con el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino





(MARM). El XLI seminario contó con el apoyo de la Caja Rural de Asturias y la Caja Rural de Gijón (a través de la Fundación Caja Rural), del Ayuntamiento de Gijón, a través de la Sociedad Mixta de Turismo de Gijón, y del Club de Empresas de Turismo de Negocios.

La reunión se celebró en Gijón entre los días 3 y 7 de octubre de 2011 y asistieron 45 técnicos procedentes de todas las comunidades autónomas; excepto Baleares, La Rioja y el País Vasco.

Aunque el evento está dirigido a investigadores, profesionales y técnicos del sector hortícola, en esta edición del Seminario se programaron diversas actividades como ponencias invitadas, mesas de debate o charlas técnicas, dirigidas a los agricultores y abiertas a todo el público interesado, sobre temas concretos de especial interés para los horticultores asturianos, además de tratar los problemas específicos de la Horticultura en Asturias y, por extensión, del Norte de España.

## Desarrollo del XLI Seminario

Durante el Seminario se desarrollaron una serie de actividades que se pueden agrupar, según su naturaleza, en los siguientes apartados:

**Sesiones técnicas.** Constituyen la actividad central del Seminario. Se presentaron un total de 45 trabajos, 28 comunicaciones orales y 17 posters, sobre 15 especies hortícolas diferentes, entre las que el tomate fue, con 14 trabajos, el cultivo que recibió mayor atención. Por temas, el contraste varietal fue el objeto de la mayor parte de los trabajos, con 17 presentaciones, de las que seis se centraron en variedades tradicionales de diversos cultivos. También, en la línea de

los trabajos presentados en los últimos años, es importante mencionar los nueve trabajos presentados relativos a la producción ecológica o a las técnicas de producción respetuosas con el Medio Ambiente.

La aportación del SERIDA consistió en tres comunicaciones orales: "Aprovechamiento de cultivares locales de lechuga para la producción ecológica en Asturias", presentada por D. Guillermo García, "Diversidad bacteriana asociada a semillas de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) conservadas en un Banco de Germoplasma" y "La judía (*Phaseolus vulgaris* L.) nuevo huésped de *Clavibacter michiganensis*", cuya exposición corrió a cargo de D<sup>a</sup> Estefanía Trapiello, adscrita al Programa de patología vegetal del SERIDA que lidera la Dra. Ana J. González. La Dra. González, también formó parte del equipo investigador del trabajo "Comparación de dos procedimientos de multiplicación masal de semilla libre de Potyvirus en alubia de León (*Phaseolus vulgaris* L.)", presentado por la Dra. M<sup>a</sup> Piedad Campelo.

**Conferencias invitadas.** Se impartieron tres conferencias. D. Miguel Angel Fueyo expuso, desde una perspectiva histórica, la realidad de la Horticultura en Asturias. El Dr. Juan José Ferreira, responsable del Programa de Genética Vegetal del SERIDA, abordó el tema de la "Mejora genética de especies hortícolas", donde explicó las actuaciones realizadas en la mejora de la faba tipo "Granja" como modelo y la "Recuperación de variedades tradicionales de hortalizas". Finalmente, D. Jaime Izquierdo impartió la conferencia titulada "Las tres expresiones de la Horticultura en la sociedad posindustrial", en la que desde una perspectiva multidisciplinar planteó el debate acerca del papel de la Agricultura (la Horticultura en este caso) como actividad económica



y ecológica fundamental para el desarrollo y la cohesión territorial, en la que planteó tres modelos de explotaciones adaptados a otros tantos espacios agrarios definidos.

**Mesa de debate.** Se celebró una mesa redonda en la que se abordó el tema que constituye, sin duda, una de las mayores debilidades (si no la mayor) de la Horticultura asturiana: “La comercialización de hortalizas en Asturias”. En la mesa participaron D. Roberto Lorenzo, socio y productor de la Sociedad Agraria SUSACASA de Las Cabañas (Gozón), D. José Manuel Méndez, miembro de la Sociedad Agraria de Transformación “Rancho Huerto” de Navia, D. Joaquín Vázquez, presidente de la Cooperativa de Agricultores, Consumidores y Usuarios del Concejo de Gijón (CAGI) y D. Joaquín Fernández, responsable del área de compras de la empresa Hijos de Luis Rodríguez, de supermercados Masymás. Más adelante, se resume lo más significativo de esta mesa de debate.

**Jornada técnica para agricultores.** Estuvo dirigida, principalmente, a agricultores profesionales, pero abierta a todo el público interesado. Se impartieron tres charlas, en la Escuela de Agricultura de Villaviciosa, sobre temas de particular interés para los horticultores asturianos,



Visita técnica a una explotación hortícola ecológica.



tanto en sistema de producción convencional como ecológico, que congregaron a más de 80 horticultores. Así, D. Antonio Montserrat, técnico especialista en sanidad vegetal de la Consejería de Agricultura y Aguas de la Región de Murcia, impartió la charla titulada “Nuevos planteamientos fitosanitarios con control biológico de plagas”; en la que explicó las nuevas estrategias para el control sanitario recomendadas en su comunidad, con especial referencia a las medidas preventivas, al control biológico con fauna auxiliar y a las técnicas de solarización y biofumigación en cultivos de tomate y lechuga.

D.<sup>a</sup> Almudena Álvarez, de la Sección de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias, expuso los resultados de los ensayos sobre “Introducción de fauna auxiliar en cultivos hortícolas en invernadero en Asturias”, llevados a cabo en fincas colaboradoras en sistema convencional y ecológico.

D. Pedro Hoyos, profesor de horticultura de la Escuela de Ingenieros Agrónomos de Madrid, presentó la técnica del injerto en hortalizas y sus ventajas, como método de prevención de plagas y enfermedades en suelo.

Tras cada intervención, se generó un intenso y animado debate entre los ponentes y los asistentes a la jornada técnica.

**Visitas Técnicas.** Con el objetivo dar a conocer la realidad del sector hortícola asturiano (tipología de explotaciones, producciones, sistemas de cultivo, etc.) y presentar otras actividades de interés regional en el campo de la horticoltura o la agroalimentación, se visitaron tres explotaciones hortícolas convencionales de diversos tipos en los concejos de Carreño y Gozón, una explotación ecológica en Llanera, la explotación de frutos del bosque de la empresa Asturianberries en Villaviciosa y las instalaciones de Sidra el Gaitero, en Villaviciosa.

**Actividades complementarias.** Se ofrecieron dos visitas guiadas a Gijón y Oviedo, dirigidas tanto a los asistentes al Seminario como a los acompañantes.



# Mesa redonda: “la comercialización de hortalizas en Asturias”

GUILLERMO GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA. Área de Experimentación y Demostración Agroforestal. SERIDA. Coordinador del Seminario. ggarcia@serida.org  
MIGUEL ÁNGEL FUEYO OLMO. Moderador de la Mesa Redonda.

En la mesa redonda participaron D. Roberto Lorenzo, socio y productor de la Sociedad Agraria SUSACASA de Las Cabañas (Gozón), D. José Manuel Méndez, miembro de la Sociedad Agraria de Transformación “Rancho Huerto” de Navia, D. Joaquín Vázquez, presidente de la Cooperativa de Agricultores, Consumidores y Usuarios del Concejo de Gijón (CAGI) y D. Joaquín Fernández, responsable del área de compras de la empresa Hijos de Luis Rodríguez de supermercados Masymás.

Tras una breve introducción del moderador, en la que se resaltó que la comercialización de hortalizas constituía una de las principales *debilidades* del subsector hortícola asturiano, entendiendo como tal el desarrollo de una actividad organizada bajo algún tipo o formato de estructura comercial, comenzó la intervención de los cuatro profesionales expertos, con las siguientes intervenciones:

## Roberto Lorenzo

Indicó que inició su actividad en la década de los años setenta y en aquél entonces no había problemas para vender los productos. Éstos empezaron a presentarse a finales de los años ochenta como consecuencia, en su opinión, de la entrada en el sector de nuevos productores atraídos por las subvenciones de la Administración, lo que provocó un exceso de producción. La competencia, el desorden y un descenso significativo en la calidad de los productos ofertados fueron los detonantes que impulsaron movimientos para la creación de algunas estructuras comerciales participadas o promovidas por los propios agricultores. Movimientos que, en general, fueron fracasando en gran medida, según su criterio, debido a la falta de profesionalidad y mentalidad empresarial. Finalmente, fue el propio mercado quien se encargó de regular la situación: las explotaciones crecieron en superficie cultivada, especialmente bajo cubierta, se tecnificaron y se concretaron conciertos con grandes superficies, con mayoristas y de forma individual. *“En esa dirección seguimos trabajando, sin que, de momento, se puedan augurar cambios más favorables”.*

## José Manuel Méndez

La sociedad a la que pertenece Méndez cultivaba inicialmente patatas como actividad complementaria a la explotación ganadera de leche. Según sus palabras, *“Como consecuencia de las dificultades que fueron afectando al sector lácteo, nos vimos obligados a derivar hacia un incremento de la producción hortícola”.*



Actualmente, de las 60 hectáreas de la explotación, se dedican 12,5 al cultivo de patatas, con una producción comercializada de 350 toneladas, y 6,5 ha al cultivo de coles (repollo, coliflor, brócoli y berza). También, hicieron algunas pruebas con otros cultivos, como la faba “verdina”, y no descartan abordar otros cultivos en invernadero.

Para comercializar los productos crearon dos marcas propias: “Patata de Navia” para la patata y “Rancho Huerto” para el resto de hortalizas. *“Tratamos de ser muy ágiles en las decisiones productivas, introduciendo cambios muy rápidos y muy directos en la comercialización –concluyó”.*

## Joaquín Vázquez

*“Represento a una entidad con más de 105 años de actividad a través de cuyo periodo se ha pasado por momentos de diferente envergadura. En los difíciles, la cooperativa pudo salvar los escollos gracias al esfuerzo y apoyo de un importante núcleo de socios. Nuestros pilares fundamentales para evolucionar siempre fueron: diversificar y comercializar”;* –así comenzó su intervención.

Vázquez ensalzó la capacidad de trabajo de los productores asturianos que, en su opinión, también se caracterizan



por su individualismo, lo que dificulta la concentración de los productos a ofertar al mercado. En estas condiciones, argumentó, *“a las dificultades de producir se unen serios problemas en la comercialización que frenan el desarrollo de la actividad, sobre todo cuando se trata de acceder a los canales de los grandes distribuidores”*. También resaltó el elevado número de intermediarios que participan en la cadena del mercado y las dificultades de adaptación de las producciones a las exigencias actuales en cuanto a calidad, presentación, trazabilidad y otros aspectos imprescindibles para una buena comercialización.

La Cooperativa que preside llegó a participar en diversos proyectos para la producción hortícola, en concreto tomate, pero no se había previsto adecuadamente la comercialización, por lo que se vieron abocados a un inevitable fracaso que, sin embargo, fue decisivo para clarificar su apuesta: *“Producir y comercializar, se establecieron como dos conceptos paralelos y conjuntados en nuestras iniciativas”* y, en este sentido, puso como ejemplo algunas iniciativas exitosas como *Sallar* (Sociedad para la producción y venta de semilla de siembra y de faba granja asturiana en grano fresco) y *Asturianberris* (Sociedad dedicada a la producción y comercialización de berries que integra ya a más de 40 productores con los que se firma un contrato de comercialización).

### Joaquín Fernández

Comenzó diciendo que la empresa que representaba tenía ochenta años de existencia, reafirmando que siempre *“apostamos por el producto asturiano”*. Sin embargo, manifestó que para poder encajar la oferta al consumidor los productores debían de responder, refiriéndose al posible suministro de hortalizas asturiana, a los siguientes criterios: continuidad, servicio, calidad y normalización. No tuvo reparos en señalar que la horticultura asturiana tenía serias dificultades para cumplir estos requisitos.

No obstante, también indicó que llevaban diez años trabajando con algunos productores asturianos, *“pero lo cierto es que tenemos que insistir, a diario, sobre la necesidad de mejorar aspectos relacionados con la calidad y la presentación de los productos”*, aspectos que, en comparación con los productos foráneos, los asturianos están en desventaja frente a los consumidores.

Entre las abundantes intervenciones de los técnicos y especialistas que participaron, hay que destacar algunas planteadas por técnicos procedentes de la comunidad autónoma de Murcia, que aunque de carácter uniprovincial como la asturiana, desarrolla una horticultura reconocida en los mercados nacionales e internacionales. En este aspecto, se concretaron las siguientes aportaciones:

- La existencia de estructuras comerciales no implica que se resuelvan todos los problemas de la comercialización de hortalizas. En nuestra Comunidad Autónoma –indicó el especialista murciano– existen 600 cooperativas y 12 federaciones de cooperativas y

la competencia que aquí en Asturias tiene lugar entre productores individuales, allí –refiriéndose a la región murciana– se produce entre dichas estructuras comerciales. Lo que no cabe duda, y debemos de destacar, es la alta contribución que la comercialización organizada y la propia competencia tuvieron en la mejora de la calidad y de la presentación del producto.

- Otro técnico murciano se refirió a que haciendo una reflexión sobre la situación del sector hortícola asturiano, consideraba que deberían centrarse los esfuerzos en la diferenciación varietal y comercial y explorar las posibilidades de determinadas especies hortícolas o variedades tradicionales conocidas y apreciadas por el consumidor local.

Para cerrar y concretar el tema de la comercialización, D. Joaquín Fernández expresó el deseo de disponer de más producto asturiano en la cadena comercial que representa, y que serían los primeros en acoger la mercancía asturiana, pero en las condiciones que había indicado al principio de su intervención. Ello, expresó, dependía de los productores.

A este respecto, Roberto Lorenzo comentó que el 75 % de la producción ya se destina a las cadenas de supermercados de capital asturiano, abundantes en nuestro territorio, lo que permite, en algunos casos, sentarse a negociar condiciones de compra-venta con sus responsables. Por otra parte explicó que, aunque las especies fundamentales son la lechuga y el tomate, se podía diversificar y producir otras como el pepino, la patata, el pimiento o el calabacín, pero chocan con una fuerte competencia comercial externa.

Lorenzo quiso cerrar su turno de réplica en dos sentidos muy críticos y certeros. El primero, para decir que: *“La contribución de algunas cadenas comerciales, a veces solo se quedaba en una pantalla y cebo para atraer al consumidor”*. Por otra parte, dijo para finalizar que *“había que tener en cuenta que la horticultura asturiana era una actividad reciente y, por tanto, sin personalidad, pero que estaba seguro de que serían las próximas generaciones quienes se encargarían de desarrollar una comercialización organizada y que él o su explotación formarían parte de ella; pues siempre había participado en los movimientos fallidos, pero que anhelaba que algún día prosperasen”*.

Por su parte, Méndez reiteró en seguir la línea que tienen planteada en su sociedad: *“Hay que aproximar la oferta al consumidor y, si es posible, vender directamente”*. También, matizó que *“tenemos que acostumbrarnos a trabajar con la oferta equilibrada en cuanto a la demanda, no hay otra alternativa para mantener un proyecto productivo, empresarial y comercial como el nuestro”*.

Joaquín Vázquez ve bastante difícil poder trasladar el modelo de los contratos integrados con los berries, garantizando la comercialización, a la producción hortícola, por no encontrar productores dispuestos a ello, pero dijo que *“CAGI siempre estaría dispuesta a arrimar el hombro para apoyar cualquier iniciativa productiva y comercial de hortalizas asturianas”*.



## Conclusiones

El balance de una intensa semana de debate y de puesta en común de aspectos técnicos de la horticultura española y asturiana, se recoge a continuación:

- Hay que destacar, como viene siendo habitual, la calidad de los trabajos presentados y su utilidad para el sector hortícola nacional. Esto permite confirmar el valor del Seminario como punto de intercambio de conocimiento e información de carácter eminentemente práctico de cara al agricultor.
- Se puso de manifiesto, atendiendo a la situación actual del sector, el potencial de desarrollo de la Horticultura en Asturias.
- Se valoró muy positivamente la participación de los agricultores en las charlas técnicas, tanto en la asistencia como en la profundidad de las cuestiones planteadas, aspecto que

deja entrever el potencial emergente de los horticultores asturianos.

- Se subrayó, atendiendo a la naturaleza y la relevancia de los trabajos presentados en el Seminario, la importancia de transferir esta información a los horticultores.
- Se acordó proponer a la Comunidad Foral de Navarra como sede para el desarrollo del XLII Seminario en 2012, y a la Comunidad Autónoma Valenciana como reserva para la organización del XLIII Seminario en 2013.
- Los participantes en la XLI edición del Seminario agradecieron al MARM y al SERIDA los esfuerzos realizados en la organización del mismo, así como a la Caja Rural de Asturias, a la Caja Rural de Gijón y a la Sociedad Mixta de Turismo de Gijón por su apoyo para el buen desarrollo del mismo. ■



Asistentes al XLI  
Seminario de Técnicos y  
Especialistas en  
Horticultura. Asturias,  
Gijón 2011.





# Nuevos proyectos de I+D+i

## Área de 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:** AGL2011-30598-C03-03.

**Investigador Principal:** Carmen Oliván García.

**Cantidad concedida:** 96.800 €.

**Duración:** 2011-2014.

**Descripción:** El estudio forma parte de un proyecto coordinado en el que participan investigadores del SERIDA, junto con otros del IRTA de Gerona y de la Universidad Autónoma de Barcelona, cuyo objetivo general es mejorar el conocimiento existente sobre el bienestar animal en granja y matadero y su relación con la calidad de la canal y de la carne en porcino, a partir de medidas (comportamiento, fisiológicas, bioquímicas) basadas en el animal.

El proyecto 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, identificar biomarcadores potenciales de estrés en fluidos biológicos, tejidos animales y carne, y evaluar el efecto del manejo, 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 propone identificar biomarcadores en la carne relacionados con mecanismos celulares que aparecen en el músculo en un periodo post-mortem temprano, que pueden afectar la calidad de la carne y podrían ser indicadores de estrés antes y durante el sacrificio. Para ello, 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 proteolíticos 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 posible aplicación como herramienta para monitorizar el bienestar animal y la calidad de la carne.

### Producción de carne de buey joven de razas asturianas integrando la gestión sostenible de prados de valle y pastos naturales de montaña

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

**Referencia:** RTA11-00122-00-00

**Investigador Principal:** Rafael Celaya Aguirre.

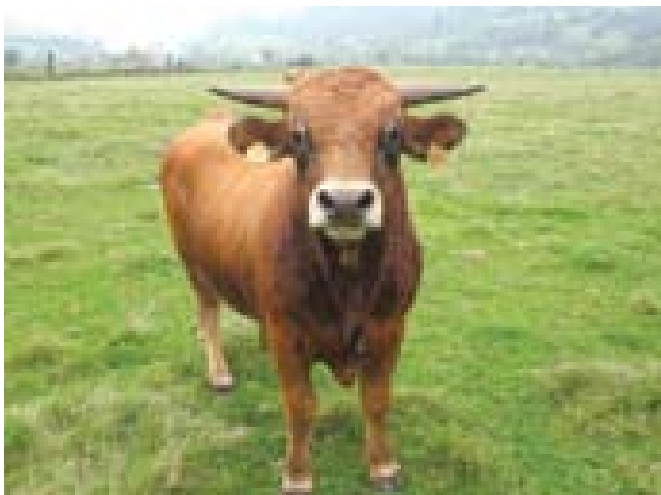
**Cantidad concedida:** 120.292,80 €

**Duración:** 2011-2014.

**Descripción:** La carne de buey joven es muy demandada por el consumidor y la restauración en regiones del Norte de España como Asturias, por su calidad y características organolépticas diferenciadas. Sin embargo, la producción regional es deficitaria para estos productos de alto valor añadido, al estar la producción bovina enfocada sobre todo a la carne de categoría ternera (animales de menos de un año de edad) dentro de los marcos integrados en la IGP Ternera Asturiana.

Mediante este proyecto se pretende evaluar la producción de carne de buey joven (machos castrados de 30 a 36 meses de edad al sacrificio), comparando dos razas autóctonas, la Asturiana de los Valles y la Asturiana de la Montaña, basada en la utilización integrada de prados de valle junto a pastos naturales de alta montaña (puertos) en verano. Además se compararán dos sistemas de producción, uno muy extensivo en el que los añojos ya castrados suben durante dos años consecutivos a los puertos, frente a otro en el que los terneros sólo suben a puerto el primer año, permaneciendo el segundo año en pastos mejorados de valles. Los animales de ambos manejos se sacrificarán a la misma edad (en torno a los 32 meses). Así mismo, se pretende establecer el tiempo óptimo de maduración para este tipo de carne.

Esta propuesta, además de ser económicamente rentable para el ganadero, puede ser beneficiosa medioambientalmente, ya que propiciaría una utilización más eficiente de los recursos naturales disponibles, tanto de los pastos de montaña como, sobre todo, de los prados de valle, cada vez más en desuso y proclives a ser invadidos por malas hierbas, helechos y matorral, con las consiguientes pérdidas de biodiversidad y aumento del riesgo de incendios. Así, este proyecto aborda los tres retos (económicos, medioambientales e integradores) que se plantean en la nueva PAC para el periodo 2013-2020.





## Área de Nutrición, Pastos y Forrajes

### Producción sostenible de leche de vacuno de calidad diferenciada en la Cornisa Cantábrica, aprovechamiento de los recursos naturales y su impacto sobre el medioambiente

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

**Referencia:** RTA11-00112-00-00.

**Investigador Principal:** Fernando Vicente Mainar.

**Cantidad concedida:** 60.495,60 €.

**Duración:** 2011-2014.

**Descripción:** El Objetivo general consiste en establecer sistemas sostenibles de producción de leche de vacuno de calidad diferenciada, adaptados a las condiciones de la Cornisa Cantábrica para ser competitivos ante las nuevas condiciones de la PAC 2013-2020.

Los objetivos parciales son los siguientes:

1. Incrementar la sostenibilidad de la producción de leche reduciendo los costes de producción mediante el desarrollo de un sistema de producción con bajos inputs en concentrados y fertilizantes, y con utilización de pastos y cultivos forrajeros de alto valor nutritivo y sus correspondientes ensilados.
2. Mejorar la composición físico-química y la calidad tecnológica de la leche, incrementando los porcentajes de proteína y la proporción de ácidos insaturados en la grasa de la leche.
3. Consolidar sistemas compatibles con niveles satisfactorios de biodiversidad, contribuyendo a la rentabilidad de las explotaciones mediante la valorización de otras producciones (terneros y vacuno mayor) y externalidades (impacto ambiental positivo).

Con el desarrollo del proyecto se pretende lograr un sistema eficiente y rentable de producción de leche de vacuno, diferenciable por sus características físico-químicas y funcionalidad y que permita mantener altos índices de biodiversidad en el medio en el que se asienta. Por lo tanto, será un sistema sostenible para las particulares condiciones agroclimáticas y estructurales de la Cornisa Cantábrica. Para tal fin, será necesario identificar animales eficientes (al margen de los animales Holstein de alta producción que se han manejado en la última década) para producir leche de calidad con una alimentación basada en el aprovechamiento de recursos pastables.

A partir de los animales (rebaño experimental) con partos en el otoño de 2011, se calcularán los valores de producción y calidad lechera de sus lactaciones y las de sus ascendientes. Con los datos obtenidos se realizará una jerarquización, considerando, en orden de importancia, la composición de grasa y proteína y la producción de leche. Una vez ordenados se dividirán en dos grupos según se sitúen en la mitad superior o inferior de la clasificación. Cada uno de los grupos se subdividirá al azar en dos lotes para contrastar los diferentes manejos en la alimentación. Se combinará el pastoreo rotacional con dietas completas mezcladas y con aporte mínimo de concentrados. Durante la primavera de 2012 se elaborarán dos raciones basadas en ensilado de maíz cultivado con altos o bajos inputs de fertilizantes (abonado de síntesis vs orgánico), para continuar con dos raciones a contrastar basadas en ensilado de raigrás italiano (altos inputs de fertilizantes) vs ensilado del cultivo asociado de colza y haba forrajeras (bajos inputs). Los dos manejos diferentes se repetirán en el siguiente ciclo agronómico para obtener una mayor consistencia en los resultados.

Se plantea reducir los inputs de nitrógeno y aprovechar los residuos orgánicos generados en la propia explotación ganadera como fertilizante, minimizando las pérdidas de producción de materia seca y energía y reduciendo los residuos agroganaderos. Se controlará la evolución de la composición botánica y valor nutritivo de las praderas, así como los cambios en el perfil de los suelos destinados a cultivos y praderas.

En el ámbito de una estrategia de manejo de bajos inputs (relacionados con el aporte de fertilizantes y consumo de concentrado), el proyecto tratará de poner de manifiesto las diferencias técnicas que se puedan encontrar, así como su repercusión económica, mediante la medición y valoración de los ingresos y costes diferenciales existentes entre ambos tipos de animales y manejos. Este impacto se medirá utilizando datos históricos de producción y costes procedentes de las Agencias de Gestión Económica Lechera de Asturias.

### Producción de leche en pequeña escala como elemento potenciador del desarrollo económico del Altiplano Central de México

**Entidad financiadora:** Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

**Referencia:** AECID 11-CAP2-1526.

**Investigador Principal:** Fernando Vicente Mainar.

**Cantidad concedida:** 39.239 €.

**Duración:** 2011-2013.

**Descripción:** Los índices de pobreza en el Altiplano Central de México muestran un 22,2% de la población en pobreza alimentaria y el 49,9% en pobreza patrimonial. La producción de leche en pequeña escala ha demostrado que, con sus limitados recursos de tierra y animales, genera ingresos para una vida digna de las familias campesinas, además de representar una opción de vida en el medio rural al generar ingresos mediante una ocupación permanente en las propias comunidades y ser un detonador económico al requerir diversos insumos y ser el eslabón primario en la cadena de transformación de productos lácteos.

El objetivo general del proyecto consiste en desarrollar, en conjunto con productores de leche en pequeña escala, estrategias de alimentación de los rebaños basadas en el uso de forrajes en pastoreo, en pesebre o conservados como ensilado o heno, complementados con cantidades moderadas de concentrados, a fin de reducir los costes de producción y aumentar la viabilidad económica de la producción de leche. Además, persigue mejorar la calidad de la leche en composición química y calidad microbiológica, a través de mejoras en las prácticas de ordeño, implementando un programa de control de mastitis para reducir las tasas de infección subclínica y clínica.

Los objetivos parciales del proyecto son los siguientes:

1. Evaluar estrategias de alimentación basadas en la utilización (en pesebre o pastoreo) de praderas sembradas bajo riego y de gramíneas asociadas con leguminosas.
2. Estudiar la utilización de gramíneas asociadas con leguminosas en época de lluvias.
3. Comparar ensilado de maíz frente a ensilado de otros forrajes como base de la alimentación en época de sequía.
4. Implementar mejores prácticas de ordeño y control de mastitis prevalente.
5. Evaluar económicamente las estrategias de alimentación y el programa implementado de mejores prácticas de ordeño y control de mastitis.

El SERIDA actúa como coordinador del proyecto. El Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), adscrito a la Universidad Autónoma del Estado de México, con su conocimiento del sistema de producción a pequeña escala y su experiencia en el trabajo de campo, garantiza la consecución de los objetivos previstos. La calidad microbiológica de la leche e identificación de las cepas de *Staphylococcus aureus* será abordada por el grupo de "Fermentos Lácticos y Bioconservación" del IPLA-CSIC. Es importante señalar que este proyecto de investigación aplicada se llevará a cabo en las explotaciones de los productores participantes, que aportan sus recursos productivos (vacas, tierras y trabajo) y cuyo interés es mejorar sus sistemas de producción a través de una mayor eficiencia económica.





El proyecto generará una dinámica de fortalecimiento en las relaciones entre los miembros del Consorcio: SERIDA-ICAR-CSIC que puede derivar en actuaciones sobre otros campos del conocimiento como la producción y conservación de forrajes, el estudio de variedades locales de semillas, la tecnología de la leche, etc.

## Área de Sanidad Animal



### Identificación de las especies de ixódidos y estudio de la dinámica poblacional en Asturias. Estudio de diversidad de especies de piroplasmas y anaplasmas en el ganado doméstico y en la fauna silvestre

**Entidad financiadora:** Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.  
**Referencia:** RTA11-00008-C02-01.  
**Investigador Principal:** Alberto Espí Felgueroso.  
**Cantidad concedida:** 60.644,40 €.  
**Duración:** 2011-2014.

**Descripción:** El objetivo principal es el estudio de los factores ambientales que condicionan la epidemiología de enfermedades transmitidas por garrapatas, de interés en sanidad animal y salud pública, en dos Comunidades Autónomas del norte de España –Asturias y País Vasco– en las que el ganado, la fauna silvestre, las garrapatas y los patógenos transmitidos por éstas coexisten. El efecto de las diferencias ambientales entre ambas comunidades (clima, hábitat y composición de las comunidades de hospedadores y vectores) será analizado para determinar su influencia en la epidemiología de los patógenos a estudiar. Este objetivo conlleva el estudio de la influencia de los factores ambientales sobre la cinética poblacional de las garrapatas ixódidas. Los resultados obtenidos en esta propuesta mejorarán sustancialmente la base científica para el control de garrapatas y de las enfermedades transmitidas por ellas en biotopos naturales en los que la fauna silvestre y el ganado cohabitan de forma sostenible.

Se proponen dos zonas de estudio: la Sierra del Sueve en Asturias y el Parque Natural del GORBEA en el País Vasco. Con una periodicidad quincenal se realizarán capturas de garrapatas presentes en la vegetación, calculando su índice de abundancia. Además, se tomarán muestras de garrapatas y de sangre de rebaños bovinos, ovinos,

caprinos y/o equinos, y de animales silvestres que coexisten con el ganado doméstico. Estos últimos se obtendrán de cacerías, en el caso de los ungulados, de atropellos y mortalidad natural en el de los mamíferos medianos y las aves silvestres y mediante trampeos para el estudio de los micromamíferos. Se pondrán a punto técnicas moleculares para el estudio de piroplasmas (*Babesia* sp. y *Theileria* sp.) y anaplasmas (*Anaplasma marginale*/ *A. ovis* y *Anaplasma phagocytophilum*) que puedan estar presentes en las muestras de garrapatas o de sangre y tejidos de los animales muestreados, así como otros análisis complementarios que nos permitan futuros estudios experimentales y amplíen nuestro conocimiento sobre los efectos de estos patógenos sobre sus hospedadores. También, se estudiará, mediante análisis cualitativo y cuantitativo, el efecto de diversos factores ambientales, como el hábitat, la abundancia de ungulados domésticos y silvestres o el clima, sobre la presencia y abundancia de garrapatas y sobre la presencia y prevalencia de patógenos transmitidos.

La viabilidad del proyecto se apoya en la dilatada experiencia del grupo investigador de NEIKER en enfermedades transmitidas por garrapatas, en la experiencia del grupo del SERIDA en aspectos sanitarios relativos a la fauna doméstica y silvestre y en análisis epidemiológicos y en la existencia de colaboraciones previas que garantizan una coordinación eficiente entre ambos grupos. La transferencia de tecnología y conocimientos de un grupo a otro permitirá el establecimiento en Asturias de una nueva línea de investigación de especial relevancia, ya que, en esta región, una parte de la producción ganadera se realiza en condiciones semi-extensivas de ganado en simpatía con la fauna silvestre y las garrapatas, y los sistemas de producción ganadera suponen un recurso muy importante para la economía rural.

### El tejón y el jabalí como especies reservorio de tuberculosis en el entorno de las explotaciones ganaderas. Estrategias para el control de la transmisión interespecies

**Entidad financiadora:** Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.  
**Referencia:** RTA2011-00010-00-00.  
**Investigador Principal:** Ana Balseiro Morales.  
**Cantidad concedida:** 66.444,00 €.  
**Duración:** 2011-2014.

**Descripción:** La tuberculosis bovina es una enfermedad de etiología micobacteriana, que sigue siendo un problema que preocupa enormemente por sus implicaciones económicas, así como por sus connotaciones zoonóticas. El carácter re-emergente de la enfermedad y los repetidos fallos en conseguir la erradicación de la tuberculosis en el ganado doméstico de muchos países, han sido asociados a la fauna silvestre, como es el caso del tejón en Irlanda e Inglaterra y el del jabalí en el Centro-Sur de la Península, y a la existencia de cierto componente genético que predisponga o confiera resistencia a la enfermedad. La presencia de tuberculosis en el tejón en Asturias ha sido demostrada, pero poco se sabe del papel que realmente juega esta especie en la epidemiología de la tuberculosis en el ganado bovino. En cuanto al jabalí, no se conoce suficientemente el estado sanitario de la especie en Asturias respecto a la tuberculosis. Nuestro objetivo principal es profundizar en el conocimiento de la tuberculosis en el tejón y jabalí y clarificar si estas dos especies silvestres pueden contribuir a perpetuar esta enfermedad en el ganado doméstico en Asturias. Con este conocimiento se podrán diseñar estrategias de control que disminuyan la transmisión de la infección al ganado bovino y que mejoren la sanidad animal.

Se desarrollarán tres objetivos:

1. Profundizar en el estudio de la tuberculosis en el tejón y sus poblaciones, en relación con explotaciones bovinas positivas a la prueba de la intradermoreacción o a cualquiera de las pruebas complementarias oficiales descritas en el Plan Nacional





(www.rasve.mapa.es), mediante técnicas inmunológicas, patológicas y bacteriológicas. Se estudiará la estructura social, espacial y densidad de población del tejón que pueda influir en el nivel de persistencia y expansión de la enfermedad.

- Determinar la importancia del jabalí como especie de mantenimiento o reservorio de la tuberculosis bovina, utilizando técnicas diagnósticas serológicas, patológicas y bacteriológicas.
- Estimar los factores de riesgo en las explotaciones ganaderas respecto a la tuberculosis, mediante encuestas epidemiológicas, caracterización genética y técnicas de visualización de especies silvestres por medio de sistemas de foto trampeo. Esto dará lugar al establecimiento de una guía de medidas de prevención que mejoren la bioseguridad de las mismas y que, por tanto, reduzcan la transmisión interespecies de la tuberculosis bovina.

Los beneficios socioeconómicos y tecnológicos esperados se derivarán, por un lado, del conocimiento de la enfermedad en el tejón y de su posible interacción e interferencia con la erradicación de la tuberculosis bovina. Además, se desvelará si el jabalí, al igual que está ocurriendo en otras Comunidades Autónomas, está convirtiéndose en otra especie silvestre a tener en cuenta respecto a la tuberculosis y, por tanto, susceptible de control. Los resultados del proyecto ayudarán, por tanto, a establecer mapas de riesgo y a mejorar la lucha contra la tuberculosis, lo que redundará en una mayor eficacia de las campañas de saneamiento ganadero. El proyecto propuesto se centra en el estudio de una enfermedad reemergente que tiene unas implicaciones sanitarias, económicas y de producción animal muy importantes para los animales domésticos, animales silvestres y humanos.

#### **Sarcoptes scabiei: caracterización de la respuesta inmune y valoración del potencial vacunal de distintos preparados antigénicos en conejo**

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

**Referencia:** RTA11-00087-00-00.

**Investigador Principal:** Rosa Casais Goyos.

**Cantidad concedida:** 60.540,00 €.

**Duración:** 2011-2014.

**Descripción** La sarna sarcóptica es una ectoparasitosis de distribución mundial producida por el ácaro *Sarcoptes scabiei*. Se trata de una enfermedad altamente contagiosa, de gran relevancia económica, ecológica y sanitaria en poblaciones humanas, de ganado doméstico y fauna silvestre.

A pesar de la disponibilidad de acaricidas para tratar la sarna sarcóptica de forma eficaz, la enfermedad persiste en poblaciones humanas y animales. El control de esta patología se ha visto entorpecido por la dificultad del diagnóstico, el coste o imposibilidad de administración del tratamiento en algunos casos, la aparición de resistencias a fármacos (ivermectina) y la falta de vacunas efectivas. Con estos antecedentes parece claro que el desarrollo y uso sistemático de una vacuna para prevenir esta patología en rebaños y poblaciones donde la enfermedad es prevalente o existe el peligro potencial de posibles brotes evitaría todos los problemas asociados con el control de la misma.

Como punto de partida para llevar a cabo el proyecto que se propone el equipo del SERIDA ha puesto a punto un modelo animal para realizar infestaciones experimentales de conejos con ácaros de *S. scabiei* procedentes de conejos salvajes infestados con *Sarcoptes* de forma natural. Así mismo, el equipo ha identificado varios antígenos específicos de *Sarcoptes* mediante el inmunoescrutinio de una genoteca de cDNA de *S. scabiei* var. *hominis*. Además de ofrecer nuevas herramientas diagnósticas para esta enfermedad estos antígenos constituyen posibles candidatos vacunales. De especial interés para

nuestro estudio es uno de los antígenos seleccionados que presenta una identidad del 73 % con el gen que codifica la proteína OT-148 Q del insecto *Ochlerotatus triseriatus*. Esta proteína es muy abundante en la saliva y se ha descrito que ese tipo de antígenos constituyen buenos candidatos vacunales.

Con este proyecto se pretende utilizar el modelo experimental conejo/*S. scabiei* para:

- Estudiar los mecanismos de respuesta inmune (humoral y celular) y la patogenia de la enfermedad en hospedadores no expuestos o que hayan estado en contacto previo con el parásito.
- Determinar si el hospedador adquiere resistencia mediada por el sistema inmune tras una primera exposición al ácaro.
- Ensayar el potencial vacunal de distintos preparados antigénicos.

La caracterización de la respuesta inmune humoral consistirá en determinar los niveles de IgG e IgE específicas presentes en suero sanguíneo mediante el ELISA indirecto basado en el antígeno recombinante Ss  $\lambda$ 20 $\Delta$ B3 (Casais y col., 2007). Para realizar estos análisis será necesario producir un anticuerpo monoclonal anti-IgE de conejo conjugado con peroxidasa. La respuesta inmune celular se evaluará mediante ensayos de linfoproliferación específica, citometría de flujo y ELISpot. Paralelamente, se realizará una monitorización clínica de la enfermedad y un estudio de la patogenia de la misma.

El desarrollo de métodos de diagnóstico y vacunas eficaces permite establecer programas de vigilancia que aportarían datos fundamentales para la gestión y el control de las especies afectadas por este parásito evitando la propagación de la enfermedad y la transmisión a los humanos, mejorando la rentabilidad de las explotaciones, y optimizando el seguimiento de las epidemias de sarna en los animales silvestres.

## Área de Genética y Reproducción Animal

### Caracterización del gen CXCR4 bovino y su promotor: filogenia en la tribu bovini, detección de selección y asociación con la tripanotolerancia

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

**Referencia:** AGL11-27585.

**Investigador Principal:** Félix Goyache Goñi.

**Cantidad concedida:** 121.000 €.

**Duración:** 2011-2014.

**Participantes:** SERIDA. CIBIO-Universidad de Oporto. INERA-Burkina Faso.





**Descripción:** El proyecto pretende la re-secuenciación del receptor de la quimiocina CXCR4 tipo 4 –CXCR4- relacionado con la inmunidad y “fitness” para: a) establecer los patrones evolutivos y los efectos de selección de este gen, comparando muestras de *B. taurus* europeo y africano con ganado cebuino (*B. indicus*) y otros miembros de la Tribu Bovini, incluyendo gaur -*B. frontalis*-; y b) establecer relaciones de asociación entre los polimorfismos encontrados con la estronjiosis y la tripanotolerancia. Para ello, se contará con muestras no experimentales de ganado africano fenotipadas para la presencia de tripanosomas en sangre. Se aplicarán tecnologías de captura de secuencias en arrays de fase líquida y posterior análisis de las secuencias mediante secuenciadores de alto rendimiento. Esta tecnología, que permite una re-secuenciación simultánea y económica de varios miles de pares de bases del genoma, está indicada en aplicaciones finalistas para la detección de mutaciones en regiones concretas del genoma más que en el genoma completo.

#### Desarrollo de un método de criopreservación para la transferencia directa de embriones bovinos producidos *in vitro*

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

**Referencia:** RTA11-00090-00-00.

**Investigador Principal:** Carmen Díez Monforte.

**Cantidad concedida:** 79.752,00 €.

**Duración:** 2011-2014.

**Descripción:** El desarrollo de nuevas tecnologías reproductivas debe contribuir al incremento de los beneficios de las explotaciones ganaderas. La producción de terneros de sexo conocido favorece la mejora genética y productiva de éstas, aportando importantes beneficios económicos. La utilización de dosis seminales sexadas, en combinación con la técnica OPU-FIV, y la posterior criopreservación de los embriones con un sistema que permita la transferencia directa, impulsará la aceptación y, por tanto, la difusión de la técnica.

Aunque la vitrificación ofrece perspectivas prometedoras, dados los elevados índices de supervivencia *in vitro* obtenidos, no está disponible en el mercado un sistema de vitrificación que permita la transferencia directa de los embriones, que es una premisa indispensable para que la técnica pueda ser ofrecida a los ganaderos. Además, no existen estudios recientes sobre la supervivencia de los EPIV a la congelación. Se abordará el estudio y la optimización de dos sistemas de criopreservación (congelación y vitrificación) para la conservación de embriones bovinos producidos *in vitro* que permitan su transferencia directa a receptoras. El sector podrá disponer de una nueva herramienta reproductiva que permitirá seleccionar el sexo de la descendencia y optimizar el rendimiento de los cruces entre animales seleccionados. Será posible, también, obtener embriones de diferentes padres a partir de los ovocitos recobrados en una sola sesión de una misma donante y aumentar la variabilidad genética de la descendencia.



Sari es la primera ternera nacida en España resultado de la transferencia de un embrión producido *in vitro* con semen sexado y vitrificado.

## Área de Cultivos Hortofrutícolas y Forestales

### Programa de Genética vegetal

#### Desarrollo de un mapa genético funcional con caracteres morfo-agronómicos, sensoriales y resistencias a enfermedades en judía común

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

**Referencia:** RTA11-00076-C02-01.

**Investigador Principal:** Juan José Ferreira Fernández.

**Cantidad concedida:** 141.078,00 €.

**Duración:** 2011-2014.

**Descripción:** El objetivo principal del proyecto es ampliar el conocimiento del control genético en judía común (faba) de varios caracteres relacionados con la resistencia a enfermedades habituales en Asturias, el fenotipo y la longevidad de la semilla, la respuesta a la temperatura en germinación y la composición química relacionada con el valor nutritivo y la calidad sensorial de la semilla. Los avances en estos puntos serán aplicables a una conservación eficiente de las variedades locales, un desarrollo más rápido de nuevas variedades mejor adaptadas a las producciones locales y la tipificación y diferenciación de las producciones locales de calidad. Asimismo, la experiencia reunida con el desarrollo de este proyecto será aplicable a otras especies de interés regional.

Este proyecto se organiza en dos sub-proyectos y consta de dos objetivos horizontales y ocho verticales, específicos de cada sub-proyecto.

Objetivos horizontales:

1. Optimización de tecnologías para la caracterización rápida (fenotipado) de judía respecto a caracteres sensoriales, nutricionales y agronómicos, incluyendo resistencia a enfermedades comunes en los cultivos locales.
2. Desarrollo del mapa genético funcional de *Phaseolus vulgaris* L., especialmente en las regiones vinculadas al control genético de los caracteres abordados, utilizando como herramienta la mejora genética.

Objetivos verticales (SERIDA):

1. Caracterización genética y molecular de los cluster o regiones donde se localizan genes de resistencia a diferentes enfermedades.
2. Análisis de la variación en la expresión de proteínas asociadas a la respuesta de resistencia a antracnosis controlada por los principales cluster de resistencia a este patógeno.
3. Localización de QTLs (genes de expresión cuantitativa) asociados con el control de la longevidad de la semilla, es decir, la pérdida de poder de germinación en el tiempo.
4. Localización de QTLs vinculados a la respuesta a la temperatura en la germinación de la semilla, caracteres relacionados con el desarrollo del cultivo en las fases iniciales.

Objetivos verticales (EMVCO-Universidad Politécnica de Cataluña):

1. Optimización de un método estandarizado de cocción de judías para el análisis sensorial y aplicación a la descripción de la variabilidad del flavor en variedades tradicionales de judía españolas.
2. Desarrollo de ecuaciones de regresión NIR/valor sensorial y NIR/resistencias a *Pythium ultimum* y *Sclerotinia sclerotiorum*.
3. Identificación de QTLs vinculados al control de caracteres agronómicos con especial énfasis en el grado de curvatura de la semilla.
4. Localización de QTLs asociados con caracteres sensoriales (percepción de la piel, textura, flavor) y nutricionales (contenido en minerales y fitatos) de la semilla.



## Programa de Investigación Forestal

### Perfiles fenólicos en *Castanea sativa* Mill. y su interés desde el monte a la industria

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

**Referencia:** RTA11-00135-00-00.

**Investigador Principal:** Isabel Feito Díaz.

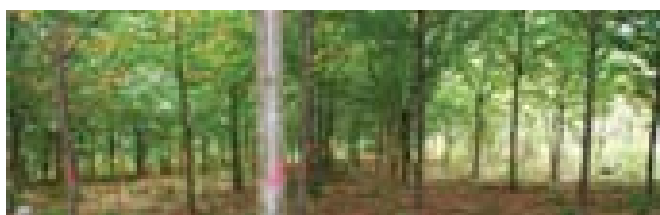
**Cantidad concedida:** 119.978,40 €.

**Duración:** 2011-2014.

**Descripción:** Los compuestos fenólicos adquieren cada día mayor interés por su repercusión en la salud humana y animal, al formar parte de los compuestos bioactivos que se encuentran en los alimentos de origen vegetal. Además, está bien establecida su influencia en el aroma, el sabor y el color de los alimentos y bebidas. A nivel industrial, han sido utilizados desde antaño por su capacidad para reaccionar con las proteínas en el "curtido" y por sus propiedades antioxidantes o quelantes de metales. En especies como el castaño (*Castanea sativa*), interfieren en el procesado de las materias primas derivadas de este cultivo y en la ecofisiología del propio árbol.

El objetivo de este proyecto es valorar la importancia de determinados compuestos de naturaleza fenólica en las materias primas, productos y subproductos derivados del castaño y estimar cómo influyen algunas actividades culturales dentro de un sistema de cultivo más sostenible. Desde tiempo ancestral vienen utilizándose en la Península Ibérica los frutos del bosque para alimentación de ganado porcino autóctono, con vistas a la elaboración de productos agroalimentarios de calidad excepcional. Lo más conocido al respecto es el uso de la bellota para el cerdo Ibérico. La castaña como alimento para la raza porcina autóctona de Asturias también se utilizó con éxito en las pequeñas explotaciones familiares de principios de siglo XX. Tras la recuperación del Gochu Asturcelta, iniciada en 2002, procede integrar esta raza en la explotación del castaño, prestando atención al efecto que puedan tener, tanto el perfil lipídico como los polifenoles de la castaña, sobre la calidad de la canal y de la carne de dicha raza porcina. Unido a ello, hay que tener en cuenta la contribución que puedan hacer los estratos arbustivo, sub-arbustivo y herbáceo de los castañedos para compensar el escaso contenido proteico de las castañas.

En lo que respecta a la alimentación humana, los productos derivados de la castaña tienen una demanda creciente y están afianzados en muchos países. Entre ellos destaca la harina, observándose un aumento de su valor comercial al estar considerada como un producto con características nutritivas muy interesantes. Otra aplicación a la industria agroalimentaria del castaño es el empleo de madera en la elaboración de bebidas alcohólicas, práctica habitual para producir cambios organolépticos que mejoran la valoración de los productos de partida por parte de los consumidores y que se debe fundamentalmente a la liberación de compuestos de naturaleza fenólica. Desde el punto de vista analítico, se tratará de optimizar la metodología de muestreo, procesado de los materiales, aislamiento, purificación e identificación de los compuestos de interés en cada caso. Desde el punto de vista más aplicado, se valorará la influencia del material vegetal (monte bajo, cultivares, etc.), la calidad de estación y la gestión del monte en el contenido fenólico y su posible relación con la ecofisiología de la planta y el uso de las materias primas derivadas de ella.



## Programa de Fruticultura

### Armonización de la metodología de caracterización, evaluación de la diversidad genética y definición de la colección nuclear del germoplasma de manzano conservado en los bancos de germoplasma españoles

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

**Referencia:** RF11-00017-C05-04.

**Investigador Principal:** Enrique Dapena de la Fuente.

**Cantidad concedida:** 29.000,00 €.

**Duración:** 2011-2014.

**Descripción:** El reconocimiento de la necesidad de evitar la pérdida de genotipos de manzano autóctono, llevó a diferentes grupos de investigación del país a acometer programas de prospección, conservación y caracterización de recursos genéticos, dando lugar a las siete colecciones de campo integradas en la Red de Colecciones del Programa Nacional de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos, así como a otras colecciones *in situ* en proceso de incorporación a la Red. En los últimos años se ha realizado un considerable trabajo de caracterización morfológica, agronómica y molecular de estas colecciones, utilizando descriptores y marcadores genéticos consensuados internacionalmente. Sin embargo, a pesar del importante esfuerzo realizado, el estado de la información disponible actualmente no permite realizar una evaluación conjunta apropiada de la riqueza genética conservada en las colecciones españolas. Los motivos por los que esto no es posible residen en que a) los sistemas de descripción han sido ajustados y modificados a lo largo del tiempo, de forma que un mismo carácter ha podido clasificarse de forma distinta en dos colecciones según cuándo se hubiese evaluado, b) muchos niveles de caracterización son bastante subjetivos o precisan comparaciones con variedades de referencia extremadamente raras y difíciles de conseguir; c) la influencia ambiental puede causar diferencias de asignación y d) Los marcadores moleculares han ido cambiando conforme se disponía de mayor información sobre su resolución y localización en los mapas de ligamiento.

El objetivo general de este proyecto es optimizar el manejo y la gestión de los recursos fitogenéticos de manzano autóctono conservados en los Bancos de Germoplasma españoles, por medio del desarrollo y la implementación de metodologías y criterios de caracterización comunes para caracteres morfológicos, agronómicos, tecnológicos y moleculares. Se pretende utilizar, también, estos resultados para determinar y analizar de forma conjunta la variabilidad conservada en estas colecciones, así como determinar las accesiones que representen la mayor parte de la variabilidad genética albergada en las colecciones y que integrarían la colección nuclear nacional de esta especie. En este proyecto se integran, de forma coordinada, los grupos de investigación que conservan la práctica totalidad de los recursos fitogenéticos de manzano del Estado, contando con una larga experiencia en trabajos de caracterización en colecciones de esta especie.

Los beneficios que este proyecto puede proporcionar son la posibilidad de obtener metodologías y clasificaciones estandarizadas con las que evaluar de forma global y ajustada la riqueza genética conservada en las colecciones nacionales de manzano, facilitar los trámites para el Registro y Protección de variedades, racionalizar y aumentar la eficiencia de los esfuerzos de caracterización de otros grupos que inicien trabajos en esta especie y servir de marco de referencia para otras especies frutales. Además, la determinación conjunta de una colección nuclear representativa de la diversidad global facilitará la replicación de ésta en múltiples localizaciones, permitiendo obtener una evaluación de la influencia ambiental en los caracteres, así como disminuirá el riesgo de pérdida de este patrimonio genético.

# Nuevos convenios, contratos y acuerdos

## Convenios

**Convenio de colaboración entre el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida "Sidra de Asturias" y el SERIDA para el desarrollo y la transferencia tecnológica de la variedad de manzana de sidra "Amariega"**

**Objeto:** Regular la colaboración entre el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Principado de Asturias y el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida "Sidra de Asturias" para llevar a cabo el proceso de desarrollo y transferencia tecnológica de la variedad de manzana de sidra seleccionada por el SERIDA, denominada "Amariega", de acuerdo con un plan experimental que desarrollará esta entidad.

El CRSA se encargará de gestionar las parcelas necesarias para realizar las evaluaciones agronómicas de los materiales seleccionados y de establecer los acuerdos con los productores de manzana y con los lagares colaboradores para ejecutar el plan de evaluación agronómica y tecnológica de la variedad "Amariega".

**Duración:** Desde el 1 de diciembre de 2011 al 1 de diciembre de 2021.



### Amariega

Variedad amarga de Manzana de Sidra seleccionada por el SERIDA

#### Características agronómicas y tecnológicas

**Vigor:** Elevado

**Tipo de fructificación:** Predominio de fructificación en posición terminal

**Sensibilidad a hongos:** Baja a moteado y muy baja a oídio, chancro y monilia

**Época de inicio de la floración:** Tardía (principios de la primera decena de mayo)

**Época de maduración:** Tercera decena de octubre a primera decena de noviembre

**Producción:** Rápida entrada en producción

**Rendimiento en mosto (l/100 kg):** 65,7

**Azúcares totales (° Brix):** 12,5

**Acidez total (g/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):** 2,1

**pH:** 3,8

**Fenoles totales (g/l ácido tánico):** 2,4

**Grupo tecnológico:** Amargo

**Convenio de colaboración entre el SERIDA y la Universidad Internacional de Andalucía**

**Objeto:** Realización de prácticas de inserción profesional del alumnado de la Universidad Internacional de Andalucía.

**Duración:** Desde el 7 de noviembre de 2011.

**Convenio de cooperación educativa entre el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario la Universidad de Zaragoza**

**Objeto:** Desarrollar un Programa de Cooperación Educativa para facilitar la realización de prácticas de alumnos de la Universidad de Zaragoza en el SERIDA.

**Duración:** Del 15 de junio de 2011 al 15 de junio de 2015.

## Contratos

**Contrato de investigación entre el SERIDA y el Macelo de Mieres S. A.**

**Objeto:** Regular la prestación de servicios de investigación del SERIDA para desarrollar el proyecto de investigación industrial, presentado por el Macelo de Mieres S. A., titulado: "Efecto del acabado en montanera sobre la calidad organoléptica y tisular de lípidos de las producciones y productos del Gochu Asturcelta".

**Duración:** del 17 de octubre de 2011 al 17 de diciembre de 2012.



**Contrato de servicios de biblioteca entre el SERIDA y la Universidad de Oviedo**

**Objeto:** El acceso y uso de los fondos bibliográficos de la Biblioteca de la Universidad de Oviedo por parte del personal investigador del SERIDA.

**Duración:** Desde el 20 de septiembre de 2011 en adelante.

# Tesis y Seminarios

## Tesis de Máster



### Comparación de dos sistemas de manejo (convencional o ecológico) en la evolución del cultivo de maíz forrajero. Evaluación de posibles diferencias en degradabilidad ruminal de los ensilados resultantes

**Autor:** Jorge Leonardo Vanegas Ruíz.

**Año:** septiembre, 2011.

**Directores:** Adela Martínez Fernández y Fernando Vicente Mainar (SERIDA).

**Lugar de presentación:** Instituto Agronómico del Mediterráneo. Universidad de Zaragoza.

El trabajo se centró en determinar la incidencia del tipo de manejo (ecológico vs. convencional) sobre la producción y la calidad nutritiva del maíz forrajero y de sus ensilados resultantes, así como su degradabilidad ruminal. Para cumplir con dicho objetivo, se sembró, en la primavera de 2010, una superficie de 3,4 ha dividida en dos parcelas semejantes y colindantes con un cultivo de maíz forrajero 'cv' Crazy para comparar su evolución según el manejo.

Se realizaron cinco muestreos desde el inicio de formación de la mazorca ( $68 \pm 2$  días) hasta la fecha de cosecha ( $105 \pm 2$  días), cuando el grano alcanzó el estado pastoso-vítreo, con el objetivo de estudiar la evolución del cultivo. Con el forraje cosechado en ambos manejos, se elaboraron microsilos experimentales para evaluar el proceso fermentativo, la estabilidad aeróbica y la producción de gas *in vitro*, según manejo y tiempo de fermentación, considerando seis tiempos de estabilización, desde el cierre hasta la apertura (3, 8, 15, 25, 35 y

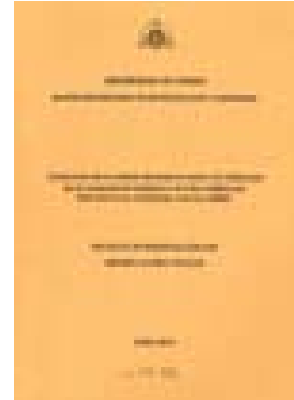
45 días) y con tres repeticiones por manejo y tiempo de estabilización. Adicionalmente, se realizaron dos silos trinchera de cada manejo que fueron muestreados tras 45 días de estabilización y que se utilizaron para la determinación de la degradabilidad ruminal.

### Resultados

- El rendimiento del cultivo ecológico fue inferior al cultivo convencional debido, entre otros factores, a la competencia con las malas hierbas. Ahora bien, el manejo ecológico produjo un mayor número de mazorcas por metro cuadrado. En todos los casos, el maíz se clasificó como de alta ensilabilidad.
- La calidad fermentativa de los ensilados elaborados con maíz procedente de ambos manejos, según indicadores de la fermentación de los azúcares y de la degradación de la proteína, fue excelente, con pocas pérdidas en el valor nutritivo durante el proceso de fermentación. Estas pérdidas se manifestaron más tarde en el manejo ecológico.
- La estabilidad aeróbica de los ensilados procedentes de manejo ecológico fue superior al manejo convencional, con menores incrementos de temperatura y pH. La producción de gas *in vitro* fue inferior con el sistema ecológico, en los microsilos abiertos entre los días 15 y 25, no detectándose diferencias cuando la apertura de los microsilos fue posterior.
- La degradabilidad efectiva ruminal de la materia seca del forraje, tras 45 días de fermentación, fue inferior en el manejo ecológico que en el convencional. Aunque la degradabilidad potencial de la proteína bruta del ensilado ecológico fue menor, la degradabilidad efectiva fue similar como consecuencia de la mayor tasa fraccional de degradación del forraje ecológico.

### Conclusiones

Según estos resultados, se puede inferir que los ensilados son estables y aptos para el consumo animal tras 25 días de fermentación, sin diferencias entre los dos manejos, ecológico vs convencional. La degradabilidad ruminal de la materia seca es inferior en el ensilado ecológico, mientras que no se observaron diferencias entre manejos en la degradabilidad de la proteína.



### Evaluación de la calidad del pasto en base a la estimación de la composición botánica y el valor nutritivo por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS)

**Autora:** Virginia Alonso Palacio.

**Año:** Junio, 2010

**Directoras:** Begoña de la Roza Delgado y Adela Martínez Fernández (SERIDA).

**Lugar de presentación:** Universidad de Oviedo.

Los forrajes constituyen la base de la alimentación del ganado vacuno. Además, son la fuente de nutrientes más barata y la mejor adaptada a los requerimientos fisiológicos de los rumiantes.

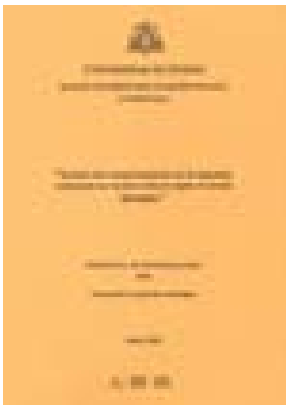
El conocimiento de la composición botánica y el valor nutritivo de los alimentos son fundamentales en la formulación de raciones, para satisfacer las necesidades del animal y suplir el desbalance forrajero. La necesidad de su conocimiento rápido hace necesario buscar herramientas que nos permitan caracterizar al forraje de forma casi instantánea.

Actualmente, la tecnología NIRS muestra gran potencial para aplicaciones en tiempo real, por su rapidez, por ser multiparamétrica, concisa y no destructiva, siendo una tecnología alternativa a los métodos de referencia.

Con el propósito de utilizar la tecnología NIRS como herramienta para determinar la composición botánica y el valor nutritivo de praderas sembradas de zonas templado húmedas, y evitar el tedioso trabajo de separación y cuantificación manual de especies, en este trabajo se analizaron manualmente y por reflectancia en el in-

farrojo cercano 345 muestras procedentes de praderas en distintos estados vegetativos, utilizando un equipo monocromador FOSS NIRSystem™ 6500 con un rango de medida entre 400- 2500 nm. Los espectros se tomaron sobre la muestra en estado verde.

Las ecuaciones NIRS desarrolladas muestran resultados preliminares que permiten evaluar como positiva la aplicabilidad de esta tecnología en la evaluación de la composición botánica y valor nutritivo de muestras de praderas sembradas en su estado natural.



### Estudio del comportamiento de la ingestión voluntaria en vacuno lechero según su estado fisiológico

**Autor:** Fernando Cuadrado Santiago.  
**Año:** Junio, 2010.  
**Directores:** Begoña de la Roza Delgado y Fernando Vicente Mainar.  
**Lugar de presentación:** Oviedo.

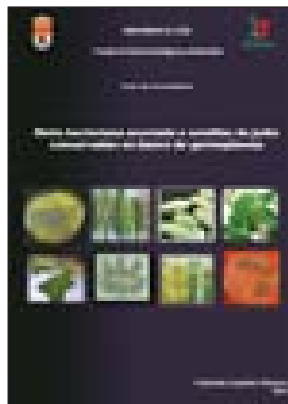
El racionamiento del vacuno lechero debe cubrir las necesidades de mantenimiento, producción y gestación de las vacas. Ahora bien, debe tener en cuenta las diferentes fases fisiológicas por las que atraviesan los animales que pueden condicionar el comportamiento alimentario de los mismos. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar si el estado fisiológico de las vacas lecheras conlleva variaciones en el comportamiento de la ingestión voluntaria.

Para alcanzar este objetivo se llevó a cabo un experimento con 15 vacas Holstein en producción, en las que se probaron tres tratamientos: A) consumo exclusivo de la dieta, TMR INDOOR 24; B) acceso durante 18 horas a la dieta TMR y 6 horas de pastoreo, INDOOR 18; C) acceso durante 12 horas a la dieta TMR y 12 horas de pastoreo, INDOOR 12.

El consumo de TMR se controló mediante un sistema computerizado de control de la

alimentación y del comportamiento alimenticio. Como resultados más destacables, cabe señalar que la ingestión de alimento en mezcla *unifeed*, por parte de los animales del experimento, se realizó durante todo el día, teniendo dos puntos de máxima ingestión en los animales con acceso total a los comederos tras el momento del ordeño. Por otro lado, las vacas con acceso al pasto presentaron un tercer pico de consumo coincidente con el regreso del pasto y durante las diferentes etapas de la gestación, el número de entradas al comedero varió, mientras que el tiempo de permanencia no experimentó ninguna variación significativa. La lactación incrementó el número de entradas y de consumo total, llegando a un máximo que coincide con el pico de lactación y disminuyendo después para cambiar su tendencia, al alza, durante la época correspondiente a la siguiente gestación. Se observó una relación inversa entre el consumo de pasto y de mezcla *unifeed* en el establo, con altos coeficientes de correlación negativa según la gestación y la lactación.

## Tesis de licenciatura



### Biota bacteriana asociada a semillas de judía conservadas en banco de germoplasma

**Autora:** Estefanía Trapiello Vázquez.  
**Año:** 2011.  
**Directoras:** Ana J. González y M<sup>a</sup> Victoria Seco.  
**Lugar de presentación:** Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León.

Desde mediados del siglo pasado se ha incrementado el interés por la conservación de los recursos fitogenéticos con fines científicos. Sin embargo, esta conservación con-

lleva el mantenimiento de una parte de la biota microbiana asociada al material conservado, concretamente aquella que se mantiene viable en las condiciones de almacenamiento.

Para conocer la diversidad bacteriana presente en semillas de judía, conservadas en el banco de germoplasma del CRF- INIA, se analizaron 16 lotes multiplicados en Andalucía, Asturias, Galicia y Madrid. El método utilizado fue el de remojo y aislamiento y la identificación se realizó mediante la secuenciación del ADNr 16S.

Las bacterias aisladas se clasificaron en tres grupos: a) bacterias de procedencia ambiental, presentes en todas las muestras; b) bacterias propias de humanos o animales, presentes en el 53% de las muestras; y c) bacterias fitopatógenas, presentes en el 25% de las muestras.

La patogenicidad de este último grupo se comprobó mediante inoculación artificial en el huésped de procedencia (*Phaseolus vulgaris* L.), utilizando tres métodos diferentes: remojo de semilla (Hsieh *et al.*, 2002; González *et al.*, 2005), inyección en tallo y picadura en vaina. En las inoculaciones realizadas mediante los dos primeros métodos, se observaron síntomas y se recuperaron las bacterias, cumpliéndose de esta manera los postulados de Koch; el tercer método (picadura en vaina), no es universal, al no ser útil para todas las bacterias ensayadas. El método más eficaz y rápido fue el de inyección en tallo.

La diversidad de géneros bacterianos fue estimada mediante el cálculo de tres indicadores: el índice de riqueza específica de Margalef, el índice de Berger-Parker de abundancia relativa y el índice de diversidad de Shannon.

No se encontró relación entre índice de diversidad y origen de multiplicación, lo que podría indicar que aunque existe biota adquirida durante la multiplicación, otra parte podría deberse al manejo de las muestras.

Las muestras más diversas son aquellas en las que aparecieron patógenos, lo que iría en contra de una corriente de opinión, bastante generalizada en los laboratorios de diagnóstico, que indica que las muestras con algún patógeno son siempre las menos diversas, al suponerse éste predominante.

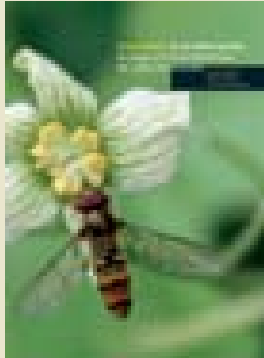
En definitiva, los resultados de este trabajo revelan la importancia de considerar la biota asociada al material vegetal que se conserva en los Bancos de Germoplasma, ya que, por una parte, puede constituir un registro de especies en el momento de la conservación y, por otra, puede ocasionar la dispersión de patógenos a través de las semillas. Además, ponen de manifiesto la necesidad de identificar todos los aislamientos obtenidos en una muestra, y no sólo los predominantes.

# Publicaciones

## Libros

### Guía ilustrada de las enfermedades, las plagas y la fauna beneficiosa del cultivo del manzano

Marcos Miñarro, Enrique Dapena,  
M.ª Dolores Blázquez  
Depósito Legal: AS-4343-2011  
ISBN: 978-84-694-9387-8  
Medidas: 17x24 cm  
211 Páginas

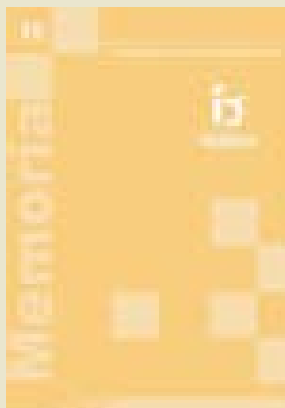


El cultivo de la manzana en Asturias está inmerso en un proceso de evolución y profesionalización creciente dentro del cual la protección fitosanitaria de los manzanos requiere, cada vez más, un conocimiento técnico más profundo de las enfermedades, las plagas y la fauna beneficiosa. Esta guía pretende ayudar a reconocer, conocer y mejorar el manejo de los organismos del cultivo. Por una parte, las numerosas ilustraciones ayudan a identificar estos organismos y las huellas de su presencia en el cultivo. Por otra, los textos permiten profundizar en el conocimiento de la biología y el comportamiento en el cultivo de las plagas, las enfermedades y los organismos beneficiosos.

La guía tiene tres partes fundamentales, dedicadas, respectivamente, a las enfermedades, las plagas y la fauna que resulta beneficiosa para el cultivo. En el caso de las plagas y las enfermedades se describen el organismo y sus daños y se dan a conocer el ciclo de vida, las posibles estrategias de control junto con otras informaciones relevantes. En el caso de la fauna beneficiosa, se describen las especies más frecuentes y sus ciclos de vida y se tratan algunas características consideradas de interés. Además, el libro tiene varios anexos, un glosario y una relación de la bibliografía consultada para la elaboración de la guía. Todo ello con el objetivo de que el lector pueda reconocer y profundizar en el conocimiento de los organismos que cualquier productor de manzana de Asturias se podría encontrar en su pumarada.

### Memoria de actividades de I+D+i SERIDA 2010

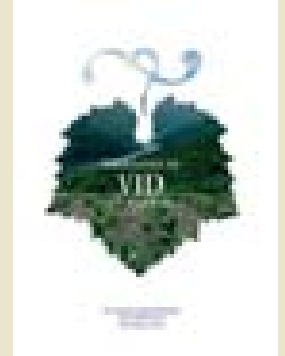
Depósito Legal: AS-4.465-09.  
Formato: CD.  
[On line]: <http://www.serida.org/memoria.php?anyo=2009>  
Marzo, 2011  
Edita: SERIDA



La Memoria Serida 2010 informa del desarrollo de los proyectos de I+D+i, de la 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 2010.

### Varietades de vid de Asturias

M.ª Dolores Loureiro Rodríguez,  
Paula Moreno Sanz y Belén Suárez  
Valles  
Depósito Legal: AS-4341-2011  
ISBN: 978-84-694-9386-1  
Medidas: 17x24.  
163 Páginas.



En este libro se exponen los primeros resultados de un intenso plan de trabajo que pretende avanzar en el conocimiento del patrimonio vitícola de Asturias.

Esperamos que resulte útil para nuestros viticultores y bodegueros y que constituya un documento de consulta para las personas interesadas en el mundo de la viticultura.

## Folletos

### Establecimiento de pastos mejorados en zonas de monte

Urcesino García, Antonio Martínez,  
Rafael Celaya, Rocío Rosa, Koldo Osoro  
Depósito legal: AS-2045-11  
Medidas: 15 x 21 cm.  
Páginas: 18  
[On line] <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=4807>  
Siero, 2011  
Edita: SERIDA



Para desarrollar sistemas de producción animal rentables en zonas desfavorecidas, con predominio de brezales-tojales, es necesario disponer de áreas de pasto mejorado para complementar la dieta ofrecida por la vegetación de matorral o espontánea y satisfacer las necesidades nutritivas de los animales. Para ello se deben utilizar especies pratenses con un buen potencial de producción y altos contenidos en componentes nutritivos, y realizar fertilizaciones.

Este práctico folleto explica los distintos sistemas para establecer los pastos mejorados, en función del grado de dificultad de mecanización de las labores de siembra, y muestra las pautas a seguir para realizar una fertilización adecuada, una correcta elección de las semillas a sembrar y para lograr el establecimiento óptimo de las especies pratenses sembradas.

# Transferencia de conocimiento

Guía ilustrada de las enfermedades, las plagas y la fauna beneficiosa del cultivo del manzano

Marcos Miñarro  
Enrique Dapena  
M.ª Dolores Blázquez

La aplicación de los conocimientos derivados de la investigación, el desarrollo y la innovación es indispensable para incrementar la competitividad del sector agroalimentario y garantizar la sostenibilidad del Medio Rural



SERIDA

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario

Investigación agropecuaria, alimentaria y forestal